

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**“Efecto de un programa de entrenamiento precompetitivo para una carrera de 21 kilómetros (media maratón) sobre el índice de masa corporal (IMC), índice cintura-cadera (ICC), porcentaje de grasa corporal total y porcentaje de masa muscular total en deportistas adultos del grupo de atletas aficionados ruta 42.”**

**DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MÉDICO-DEPORTÓLOGO**

**Dr. Dúbal Fernández Ordóñez, PG Medicina del Deporte, PUCE.**

**Dr. Christian Loaiza Dávila, PG Medicina del Deporte, PUCE.**

**DIRECTOR: Dr. Oscar Concha**

**QUITO, Junio 26 de 2014**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR**

**DECLARACION Y AUTORIZACION**

Nosotros, **Dr. Christian Guillermo Loaiza Dávila y Dr. Dúbal Wladimir Fernández Ordóñez** CI: 120286285-8 y CI: 110357659-9 respectivamente, autores del trabajo de graduación intitulado: “ **EFFECTO DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO PRECOMPETITIVO PARA UNA CARRERA DE 21 KILÓMETROS (MEDIA MARATÓN) SOBRE EL ÍNDICE DE MASA CORPORAL (IMC), ÍNDICE CINTURA-CADERA (ICC), PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL TOTAL Y PORCENTAJE DE MASA MUSCULAR TOTAL EN DEPORTISTAS ADULTOS DEL GRUPO DE ATLETAS AFICIONADOS RUTA 42** ”, previa a la obtención del título profesional de **ESPECIALISTA EN MEDICINA DEL DEPORTE** en la Facultad de **Medicina**:

1.- Declaramos tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENECYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación, para que sea integrado al Sistema Nacional de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos del autor

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través del sitio web de la biblioteca de la PUCE el referido trabajo de

graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de  
Universidad.

Quito, 19 de Junio del 2014

**Dr. Dúbal W. Fernández Ordóñez**

**Dr. Christian G. Loaiza Dávila**

CI: 1103576599

CI: 120286285-8

## AGRADECIMIENTOS

A nuestros maestros y amigos. Dr. Oscar Concha por dirigirnos en este proceso tan importante de nuestras vidas, al Dr. Marco Antonio Pinos por su apoyo en el desarrollo metodológico de este trabajo.

A Dios, mi madre y a mi hijo, por ese apoyo incondicional para lograr esta meta.

Dúbal.

Gracias por estar incansablemente a mi lado..... Y ser por siempre mi fuerza vital.

Christian.

## Índice

1.	Resumen	11
2.	Abstract	12
3.	Capítulo 1. Introducción	13
4.	Capítulo 2. Revisión Bibliográfica	
	Causas de Obesidad	18
	Causas de Obesidad en el Ecuador	19
	Prevalencia de la obesidad en Ecuador	24
	Definición de Obesidad	28
	Grado de Obesidad y composición corporal del paciente obeso	29
	Etiología de la Obesidad	31
	Ejercicio y Actividad Física	33
	Actividad Física	34
	Subcategorías de la Actividad Física	35
	Ejercicio	35
	Deporte	37
	Efectos fisiológicos del entrenamiento	37
	Efectos del entrenamiento aeróbico	38
	Beneficios de la Actividad Física	39
	Clasificación de los principales métodos para la medición de composición corporal	43
	Métodos directos	43

Diseción de cadáveres y análisis anatómico y químico de los componentes	43
Métodos indirectos	44
Densitometría	44
Determinación de agua corporal	45
Determinación del potasio corporal total	46
Absorcimetría fotónica dual o por rayos x	46
Modelos cine antropométricos	47
Determinación de creatinina plasmática total	49
Tomografía axial computada	50
Resonancia magnética nuclear	50
Métodos doblemente indirectos	51
Antropometría	54
Definiciones utilizadas en la cine antropometría.	55
Índices de proporcionalidad	55
Técnica antropométrica y protocolos de perfil antropométrico	60
Protocolo de Jackson y Pollock (1985)	62
Ecuaciones de Deuremberg	64
Petrowsky	65
Durmin y Womerley	65
Forsyth y Sinning	65
Withers y colaboradores	66

Protocolo de Yuhasz	67
Modelo de cuatro componentes de la composición corporal	68
Proporcionalidad: modelo Phantom	69
Bioimpedancia eléctrica	71
5. Capítulo 3. Materiales y Métodos	
Objetivos	73
Hipótesis	74
Muestra	74
Operacionalización de Variables	75
Plan de Análisis	78
6. Capítulo 4. Resultados	79
7. Capítulo 5. Discusión	103
8. Capítulo 6. Conclusiones	106
9. Capítulo 7. Recomendaciones	107
10. Capítulo 8. Referencias Bibliográficas	108
11. Capítulo 9. Anexos	117

## Índice de Tablas

Tabla 1. Distribución de población según sexo en grupo de estudio Ruta 42 de la ciudad de Quito.	79
Tabla 2. Distribución de población según edad en grupo de estudio Ruta 42 de la ciudad de Quito.	80
Tabla 3. Comparación de índice de masa corporal en tres mediciones en el grupo de estudio Ruta 42 de la ciudad de Quito.	82
Tabla 4. Comparación de índice de cintura - cadera en tres mediciones en el grupo de estudio Ruta 42 de la ciudad de Quito.	87
Tabla 5. Comparación de porcentaje de grasa corporal en tres mediciones en el grupo de estudio Ruta 42 de la ciudad de Quito.	91
Tabla 6. Comparación de porcentaje de masa muscular en tres mediciones en el grupo de estudio Ruta 42 de la ciudad de Quito.	95
Tabla 7. Correlación entre la primera y tercera toma de IMC – ICC – porcentaje de grasa corporal y porcentaje de masa muscular en el grupo de estudio Ruta 42 de la ciudad de Quito.	100
Tabla 8. Diferenciación entre la primera y tercera toma de IMC – ICC – porcentaje de grasa corporal y porcentaje de masa muscular en el grupo de estudio Ruta 42 de la ciudad de Quito.	101

## Índice de Gráficos

Gráfico 1. Distribución de población según sexo en grupo de estudio Ruta 42 de la ciudad de Quito.	79
Grafico 2. Distribución de población según edad en grupo de estudio Ruta 42 de la ciudad de Quito.	81
Grafico 3. Índice de masa corporal (IMC), primera toma en el grupo de estudio Ruta 42 de la ciudad de Quito.	83
Grafico 4. Índice de masa corporal (IMC), segunda toma en el grupo de estudio Ruta 42 de la ciudad de Quito.	84
Grafico 5. Índice de masa corporal (IMC), tercera toma en el grupo de estudio Ruta 42 de la ciudad de Quito.	85
Grafico 6. Comparación del índice de masa corporal (IMC), en tres mediciones en el grupo de estudio Ruta 42 de la ciudad de Quito.	85
Grafico 7. Índice de cintura - cadera primera medición, en el grupo de estudio Ruta 42 de la ciudad de Quito.	88
Grafico 8. Índice de cintura - cadera segunda medición, en el grupo de estudio Ruta 42 de la ciudad de Quito.	88
Grafico 9. Índice de cintura - cadera tercera medición, en el grupo de estudio Ruta 42 de la ciudad de Quito.	89
Grafico 10. Comparación del índice de cintura - cadera en 3 mediciones, en el grupo de estudio Ruta 42 de la ciudad de Quito.	89
Grafico 11. Porcentaje de grasa corporal. Primera medición en el grupo de estudio Ruta 42 de la ciudad de Quito.	92

Grafico 12. Porcentaje de grasa corporal. Segunda medición en el grupo de estudio Ruta 42 de la ciudad de Quito.	93
Grafico 13. Porcentaje de grasa corporal. Tercera medición en el grupo de estudio Ruta 42 de la ciudad de Quito.	93
Grafico 14. Comparación de porcentaje de grasa corporal en tres mediciones en el grupo de estudio Ruta 42 de la ciudad de Quito.	94
Grafico 15. Porcentaje de masa muscular. Primera medición en el grupo de estudio Ruta 42 de la ciudad de Quito.	96
Grafico 16. Porcentaje de masa muscular. Segunda medición en el grupo de estudio Ruta 42 de la ciudad de Quito.	97
Grafico 17. Porcentaje de masa muscular. Tercera medición en el grupo de estudio Ruta 42 de la ciudad de Quito.	98
Grafico 18. Comparación de porcentaje de masa muscular en tres mediciones en el grupo de estudio Ruta 42 de la ciudad de Quito.	98
Grafico 19. Comparación del porcentaje de grasa, porcentaje de masa muscular, IMC e ICC en el grupo de estudio Ruta 42 de la ciudad de Quito.	99

## RESUMEN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) señala a la obesidad y sobrepeso como un problema de salud pública en países desarrollados y en vías de desarrollo, ya que aumenta la probabilidad de padecer algún evento cardiovascular o enfermedades, siendo una de las causas principales el sedentarismo en nuestra población.

En el mundo médico hay un “consenso” en la utilización de parámetros como el Índice de Masa Muscular (IMC) e Índice Cintura – Cadera (ICC), sin embargo hay medidas antropométricas que nos ayudan a realizar un seguimiento y control más exacto a deportistas que se someten a algún tipo de entrenamiento.

Por ello, decidimos hacer un estudio para conocer el efecto de un programa de entrenamiento precompetitivo para una carrera de 21km (media maratón) sobre algunos parámetros como el IMC, ICC, porcentaje graso y peso muscular en deportistas adultos del grupo de atletas aficionados ruta 42, lo cual reveló que parte de ellos son adecuados para realizar un seguimiento adecuado (obteniendo una disminución del porcentaje graso y aumento de peso muscular), mientras que otros (IMC,ICC) no son concluyentes para su utilización rutinaria en deportistas.

Palabras clave: Porcentaje graso, peso muscular, Índice de Masa Corporal, Índice Cintura – Cadera.

## **ABSTRACT**

The World Health Organization (OMS) drew overweight and obesity as a public health problem in developed and developing, increasing the probability of suffering a cardiovascular event or disease, one of the main reasons the sedentary in our population.

In the medical world there is a "consensus" on the use of parameters such as Body Mass Index (BMI) and Index Waist - Hip (ICC), however there are anthropometric measurements that help us to perform more accurate monitoring and control athletes who undergo some training.

Therefore, we decided to do a study to determine the effect of a program of pre-competitive training for a race of 21km (half marathon) on some parameters such as BMI, ICC, percent body fat and muscle weight in adult athletes group of amateur athletes Route 42, which revealed that some of them are suitable for proper monitoring (obtaining a decrease in fat percentage and muscle weight gain), while others (BMI, ICC) are inconclusive for routine use in athletes.

**Keywords:** Percentage fat, muscle weight, Body Mass Index, Waist Index - Hip.

# CAPITULO I

## INTRODUCCION

En todo el mundo la obesidad es un problema de salud común en los países desarrollados; muchas veces se utilizan los términos obesidad y sobrepeso como sinónimos, pero no lo son, la obesidad es un trastorno metabólico que conduce a una excesiva acumulación de energía en forma de grasa corporal en relación con el valor esperado según el sexo, talla y edad. El sobrepeso denota un peso corporal mayor con relación al valor esperado según el sexo, talla y edad.

Es sabido el gran impacto que tiene el ejercicio físico sobre los factores de riesgo cardiovascular y actualmente se conoce el beneficio del ejercicio físico en el tratamiento de control de la obesidad o sobrepeso, incluso se ha documentado que llega a revertir dicha condición, la obesidad está declarada como la epidemia global del siglo 21 por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (4), si bien es cierto que esta enfermedad se presenta de mayor forma en los países desarrollados, también es verdad que su incidencia es cada vez mayor en las naciones en desarrollo, así, se estima que para el 2015 en el Ecuador exista un 58.3% de sobrepeso y un 21,7% de obesidad en las mujeres y un 46,5% y 8,9% en los hombres correspondientemente.(2)

En el Ecuador, la obesidad no fue un tema de interés de la salud pública sino hasta finales del siglo XX. En épocas anteriores, los casos individuales estuvieron en manos de los médicos clínicos, nutriólogos, endocrinólogos y nutricionistas.

Una revisión de las tesis de grado en las Facultades de Medicina del país y de los artículos originales publicados en las escasas revistas científicas nacionales durante la segunda mitad del siglo XX, demuestra que la obesidad estuvo virtualmente ausente como tema científico (4). Es solamente a partir de la década de los ochenta cuando se registran las primeras contribuciones (4).

La disminución de la actividad física (estilo de vida sedentario) que aparece a medida que las personas envejecen, desde los 20 o 30 hasta los 80 años, es un hecho, y una de las razones es la limitación debida a problemas crónicos de salud que se acentúan con la edad (1). La buena noticia es que la merma de las habilidades físicas que suceden habitualmente con la edad se puede prevenir, incluso revertir a través de una atención apropiada de nuestros niveles de condición y actividad física (5). Está por completo aceptado que la práctica regular de ejercicio físico retrasa la aparición de dichos cambios, por el efecto beneficioso que tiene sobre el deterioro general producido por el envejecimiento, manteniendo una capacidad funcional que permite llevar una vida independiente y activa al anciano. Por otro lado, la práctica habitual de ejercicio va aumentando en las últimas décadas, tanto por motivos socioculturales como para contribuir a la curación y rehabilitación de diversas enfermedades y por la prevención de otras.

Cuando uno pretende conocer referencias válidas para determinar los valores de un peso corporal y composición corporal saludable, encuentra gran cantidad de información controvertida sobre estos conceptos.

La primera gran cuestión vendrá referida al concepto de peso corporal y supuesto peso ideal. Existe gran cantidad de tablas que establecen un hipotético peso ideal en función de la altura y la edad; tal y como veremos quizás no sean la forma más adecuada (siendo de las más difundidas) para determinar hipotéticos valores de peso corporal ideal.

El peso corporal (PC) nos indica un total que contiene a nuestra estructura ósea, órganos, líquidos orgánicos, sistema músculo-tendinoso y ligamentoso, tejido adiposo (grasa corporal), etc. Teniendo en cuenta que muchas de estas variables son individuales, podemos considerar que dos individuos con pesos similares pueden poseer dos composiciones corporales distintas (3).

De la misma manera, dicha composición corporal (en especial en lo referente a dos de los componentes más variables: tejido graso y tejido muscular) será muy distinto y podría tener una influencia muy directa sobre la gran variabilidad con respecto a las tablas de "peso ideal" (correlación estatura-edad-PC). Así, poniendo un ejemplo extremo, un culturista de 30 años con 1,70 cm de altura y 90 Kg de peso, sobrepasaría el peso ideal para su edad y estatura y sin embargo podría tener un porcentaje graso muy bajo, con un gran desarrollo de masa muscular (3).

Sin embargo el porcentaje de grasa y masa muscular (tejido magro, "Lean body mass", esto es libre de grasa) nos indicará las modificaciones que se produce en dichos componentes, con respecto al peso corporal (obviamente podemos pesar 80 kilos antes de empezar un programa de entrenamiento y 82 tras 6 meses entrenando, pero en el primer caso podría tener, por ejemplo un 16% de grasa y

en segundo un 14%, lo cual indica claramente una disminución del tejido graso y, normalmente, un aumento a favor de la masa muscular, lo cual explicaría también el ligero aumento de peso) (3).

Las personas que habitualmente hacen ejercicio físico pueden tener un exceso de masa corporal que sea debido a una mayor masa muscular y ser catalogados erróneamente como obesos, en el caso de ser clasificados a partir de variables como el índice de masa corporal o "body mass index" (BMI) (3). Diferentes autores han recomendado la no utilización de este índice, pues solo explica un pequeño porcentaje de la obesidad, tal y como ya veremos (3)

Una revisión de la literatura, sugiere que el método más preciso para la determinación de valores de composición corporal es el cálculo de la densidad corporal (hidrodensitometría) (3). Este método no es práctico y por ello están bien aceptados los métodos antropométricos.

Existe una creencia muy común en torno al gran papel como forma de ejercicio, para la pérdida de peso, la realización de ejercicio resistencia (fundamentalmente aeróbica). En parte ello es cierto, pero más que cierto es aconsejable. El ejercicio aeróbico es recomendable, en principio, para cualquier persona a fin de mantener un nivel de fitness cardiovascular adecuado y asegurar adaptaciones muy beneficiosas para nuestra salud y bienestar. Por tal razón hemos decidido emprender este estudio en atletas adultos del grupo ruta 42, y poder determinar los cambios que se producen en su antropometría con sus diferentes parámetros

tras un entrenamiento precompetitivo para una carrera de 21 kilómetros (media maratón).

## CAPITULO II

### REVISION BIBLIOGRAFICA

#### **Causas de Obesidad**

Se dice que la obesidad es una enfermedad multifactorial y sí que lo es: hay muchos factores involucrados en su desarrollo. Nos detendremos en los principales: los atribuibles a cambios en los modos de vida, los ligados a la reproducción humana y los genéticos. En cuanto a estos últimos, se han estudiado unos 200 genes asociados a la obesidad y se han identificado unas 12 mutaciones en 7 genes que resultan en obesidad.

Al momento presente, la sensibilidad genética puede justificar una parte de la obesidad observada (35). Hay personas genéticamente susceptibles a la obesidad que no necesariamente exhiben “metabolismos lentos” como razón para mantener la grasa en sus cuerpos, y hay otras que comen en forma abundante y se mantienen delgadas (36). Advirtamos que los factores genéticos modulan significativamente la respuesta corporal a las dietas hipergrasas de los animales de experimentación (monos y ratones), y que si la respuesta humana a la ingestión de grasa también está determinada genéticamente (existiendo unos individuos portadores de genes “susceptibles” y otros de genes “resistentes” a la sobrecarga de grasa alimentaria y al desarrollo de sobrepeso y obesidad), entonces la cuestión tendrá su respuesta cuando la genética molecular de la obesidad humana sea comprendida (35). No dejemos de mencionar que en los

humanos se pueden identificar marcadores biológicos de la obesidad que nos alertan, por ejemplo, de las enfermedades cardiovasculares (37). En cuanto a fenómenos ligados a la reproducción, se ha comunicado que el retardo del crecimiento intrauterino y el sobrepeso al nacer (> 4 kg) se asocian a la aparición en etapas posteriores de la vida de accidentes cerebro-vasculares, diabetes e hipertensión arterial, y posiblemente a la obesidad.

Así también, el rápido crecimiento compensatorio consecutivo al déficit de crecimiento en la primera infancia se ha invocado como factor para ECNT (38).

Admitamos que, hasta donde sabemos en la actualidad, ni los mecanismos genéticos, ni los bioquímicos son suficientes para explicar por sí solos el aumento creciente de la obesidad en tan pocas décadas. Tampoco los problemas del peso bajo y el peso elevado al nacer y/o la desnutrición en la primera infancia, parecerían ser los determinantes exclusivos de la epidemia de obesidad. Son los cambios en los modos de vida los que suministran los ingredientes necesarios de la receta de la obesidad: consumo de alimentos no saludables de alto contenido energético y sedentarismo.

### **Causas de la obesidad en el Ecuador**

¿Qué aconteció en el Ecuador para que hayamos incorporado a nuestra alimentación cotidiana alimentos no saludables cargados de un exceso de calorías, y para que nos hayamos vuelto tan sedentarios que la obesidad ha

empezado a contarse entre los padecimientos comunes de la gente? Revisemos primero la cuestión del sedentarismo.

Este es un hecho identificado con la urbanización. En las ciudades predominan las ocupaciones sedentarias. El transporte es motorizado. Hay ascensores en casi todos los edificios públicos y cada vez más escaleras eléctricas en los centros de consumo. Abundan decenas de dispositivos que ahorran actividad física en el lugar de trabajo y en el hogar. El tiempo del ocio se articula al internet, los videojuegos y la televisión con control remoto. El 97% de familias ecuatorianas, incluyendo a las más pobres, disponen de un televisor y atan sus horas de descanso a los programas televisivos, plazas, parques y jardines, calles y veredas, son lugares inseguros que hace mucho dejaron de ser sitios de esparcimiento.

En relación con el otro ingrediente de la receta de la obesidad, el consumo de alimentos densamente energéticos, el cambio hay que atribuirlo a razones estructurales, socioculturales y del mercado de alimentos.

Un sector de la población asumió los estilos de vida de quienes son su referencia: los estadounidenses. Como resultado, en cuanto a su alimentación, privilegian las hamburguesas, los hot-dogs, las pizzas y la Coca-Cola.

La mayoría empobrecida quedó presa en las orientaciones de las empresas de alimentos que segmentaron la oferta y comercializaron para los sectores de menores ingresos productos baratos, de baja calidad nutritiva y alto contenido en

grasas y azúcares, pero que satisfacen el apetito, “rellenan el estómago” y, además, cosa muy importante, son productos que se integran a sus patrones de consumo (39). La población empobrecida sabe que su alimentación debe ser inocua, equilibrada y nutritiva, pero está forzada a basar su consumo en aquellos alimentos que le permiten obtener el mayor rendimiento posible de sus escasos ingresos. Escasean en la mesa de la mayoría de la población ecuatoriana las proteínas, los minerales y las vitaminas; carnes rojas y blancas, leche, quesos, huevos, frutas, legumbres y verduras.

En cambio, sobran los carbohidratos y las grasas; arroz, harinas y fideos, papas, plátanos y yuca, mantecas, margarinas y grasas saturadas.

Ya lo dijo un distinguido maestro: “llenar el estómago con alimentos menos costosos como yuca, verde o maduro y algo de arroz y rellenar el resto, a precio de inhumano sacrificio, con chatarra alimentaria *made in Ecuador*, bajo licencia extranjera, no es nutrición, es explotación y engaño” (40).

Para nadie es desconocido que la creciente urbanización resultante de la migración del campo a las ciudades, a consecuencia de la conversión de la hacienda en unidad empresarial, agrícola y ganadera, desplazó a los trabajadores del campo y los trasladó a los cinturones de miseria de las ciudades. Tampoco se ignora que el desarrollo industrial agropecuario se centra en un número reducido de productos muy lucrativos a la vez que desestima el cultivo de granos, tubérculos y otros productos de carácter autóctono (41).

Todos sabemos que a medida que aumenta la eficiencia de la tecnología y la producción, bajan los precios y aumenta la demanda. Esto ha sido demostrado en productos que son materia de nuestra preocupación, entre otros, los fideos, los aceites vegetales y las bebidas gaseosas azucaradas (42), con el agravante de que las bebidas gaseosas fomentan el consumo energético reduciendo el control del apetito, además de que sustituyen a bebidas muy nutritivas, en particular a la leche (43).

Es indispensable destacar que los pobres en el Ecuador están malnutridos por déficit alimentario, pero también lo están por exceso. Esta alarmante simbiosis de desnutrición y obesidad en la pobreza, tiene que ver con el consumo, pero especialmente con el acceso a los alimentos. Repitamos una vez más lo que se ha dicho en otras ocasiones: los pobres no comen lo que quieren, ni lo que saben que deben comer, sino lo que pueden. Las restricciones al acceso a los alimentos son un factor determinante en la desnutrición y la obesidad. Una y otra no son sino las dos caras de una misma moneda: los pobres están desnutridos porque no tienen lo suficiente para alimentarse y están obesos porque limitan su alimentación a productos de alto contenido energético.

La urbanización, la acción empresarial y la imperiosa necesidad de simplificar la vida, trajeron consigo un conjunto de acontecimientos, entre ellos un cambio notable en los modos de alimentarse: comidas rápidas y comidas al paso, con exceso de carbohidratos y grasa, mucha sal y muchos azúcares simples. Pese a

que los individuos pertenecientes a los sectores de ingresos bajos consumen carbohidratos, grasas y azúcares simples en exceso, la obesidad de los pobres es más visible entre las mujeres; ellas se autoexcluyen de los alimentos más nutritivos para permitir que los coman los niños y los adultos que trabajan fuera del hogar y satisfacen su apetito con carbohidratos y grasas. Son mujeres que no perciben suficientes ingresos, que no tienen acceso a un trabajo bien remunerado ni a una educación sanitaria apropiada. Súmese a esto su falta de acceso a actividades físicas recreativas y la percepción de sus cuerpos como herramientas desvalorizadas, para comprender que el gasto energético que realizan es ligero o apenas moderado. Así, no resulta extraño que esas mujeres conformen el grupo de población que exhibe los niveles más altos de sobrepeso y obesidad. Situación muy distinta de las mujeres que “se cuidan”: aquellas de los sectores altos de la sociedad, que hacen dieta y van al gimnasio (Aguirre, 2000). Pero no son solamente las mujeres pobres las afectadas; también lo son los niños. En investigaciones previas en escolares realizadas en escuelas públicas que reciben raciones alimenticias complementarias (desayuno/almuerzo escolar) tienen una prevalencia mayor de sobrepeso y obesidad (11%) que los mismos niños pobres de las escuelas públicas que no reciben tales raciones (5,0%). Ante la significativa diferencia surge una pregunta inquietante: ¿Qué tienen esas raciones complementarias que están provocando sobrepeso y obesidad? ¿Son desayunos con leche, huevos, jamón, frutas, o se trata de una voluminosa masa hidrocarbonada de alto contenido energético y escaso valor nutritivo?

## **Prevalencia de la obesidad en Ecuador**

En el Ecuador la obesidad no fue un tema de interés de la salud pública sino hasta finales del siglo XX. En épocas anteriores, los casos individuales estuvieron en manos de los médicos clínicos, nutriólogos, endocrinólogos y nutricionistas. Una revisión de las tesis de grado en las Facultades de Medicina del país y de los artículos originales publicados en las escasas revistas científicas nacionales durante la segunda mitad del siglo XX, demuestra que la obesidad estuvo virtualmente ausente como tema científico (44). Es solamente a partir de la década de los ochenta cuando se registran las primeras contribuciones.

Del análisis se desprende que se trata de estudios focalizados en grupos reducidos de la población, representativos de sí mismos, realizados principalmente por el interés de los endocrinólogos en el tema. No es posible identificar en todos los casos el método utilizado para medir la obesidad. Resumiendo los hallazgos de varios de los trabajos resumidos en el cuadro precedente (45), propusieron a fines del siglo anterior una prevalencia de obesidad en adultos sanos de 13% en área urbana y de 6% en área rural.

Salvo alguna omisión, no se registra sino un estudio de cobertura nacional (46) realizado en el marco del proyecto Mejoramiento de las Prácticas Alimenticias de los Adolescentes (MEPRADE), que incluyó a los hogares ecuatorianos que tenían al menos un adolescente. En este trabajo se reportó que entre las adolescentes que no estudian y que se dedican a los quehaceres domésticos, el sobrepeso es del 15%, en tanto que entre las que sí estudian, el sobrepeso es del 11%.

Es a partir del 2000 que se realizan en el Ecuador los primeros estudios de carácter nacional para establecer específicamente la prevalencia del sobrepeso y la obesidad en escolares (47) y en adolescentes (48). Ambos son estudios ejecutados como tesis de graduación por maestrantes en alimentación y nutrición de la Universidad Central. El segundo contó con el patrocinio de la SENACYT / FUNDACYT.

El estudio en escolares se hizo en el 2001 en una muestra representativa nacional de 1.866 escolares de ambos sexos, habitantes de área urbana y de 8 años de edad en promedio. Los resultados principales son:

- a) prevalencia de sobrepeso y obesidad: 14% (8% con sobrepeso y 6% con obesidad);
- b) es mayor en las mujeres (15,4%) que en los varones (12,2%);
- c) es más frecuente en la costa (15,9%) que en la sierra (11,0%);
- d) incide especialmente en los niños de las escuelas privadas (20,6%), pero está presente también en las escuelas públicas (10,4%); y,
- e) el sobrepeso/obesidad alcanzó prácticamente la misma magnitud que el retardo del crecimiento (16%) en los niños de la muestra.

El estudio en adolescentes se realizó en el 2006 en una muestra nacional representativa de 2.829 adolescentes de ambos sexos, de 12 a 18 años, habitantes de área urbana. Los resultados principales son:

- a) prevalencia de sobrepeso y obesidad: 22,2% (13,7% con sobrepeso y 8,5% con obesidad);
- b) es mayor en los varones (23,1%) que en las mujeres (21,5%);
- c) es más frecuente en la costa (26,3%) que en la sierra (17,7%);
- d) afecta más a los adolescentes de colegios privados (26,1%) que de públicos (19,4%); y,
- e) en los adolescentes de la muestra, el sobrepeso/obesidad superó a la desnutrición (16,8%).

Otro estudio de nivel nacional fue realizado como tesis de graduación por maestrantes en alimentación y nutrición de la Universidad Central, dirigidos por el autor (49). La muestra, de 1.866 escolares habitantes del área urbana y de 8 años de edad en promedio, dio estos resultados: el sobrepeso y la obesidad afectan a un 13,9% de los niños; es mayor en las mujeres (15,4%) que en los varones (12,2%); es más frecuente en la costa (15,9%) que en la sierra (11,0%), y mucho más en Guayaquil (16,6%) que en Quito (9,6%).

La obesidad incide especialmente en los niños de las escuelas privadas (20,6%), pero también está presente en las escuelas públicas (10,4%). Es impactante el hecho de que el sobrepeso/obesidad alcanzó prácticamente la misma magnitud (13,9%) que el retardo del crecimiento (15,6%) en los 1.866 niños de la muestra.

En conclusión, debemos admitir que el Ecuador no dispone de datos que informen de la tendencia secular de la obesidad. Lamentablemente no es posible, por

ahora, realizar una comparación de la prevalencia de la obesidad ajustada según la edad, pues no existen dos o más encuestas transversales de la población nacional realizada en periodos diferentes. Hasta tanto se disponga de otros datos, se puede inferir una cierta tendencia de la obesidad sobre la base de lo que sigue.

Como sabemos, la obesidad es un factor implicado en el desarrollo de hipertensión arterial, enfermedad cardiovascular y diabetes tipo 2. Asimismo, conocemos que mantiene una asociación con la resistencia a la insulina, hiperinsulinemia, hipertrigliceridemia, hipercolesterolemia, con los niveles altos de lipoproteínas de baja densidad LDL y con los niveles bajos de lipoproteínas de alta densidad HDL (50). A la luz de esta información, es permisible conjeturar que si se estudia la evolución de la mortalidad por enfermedad cerebro vascular, enfermedad isquémica del corazón y diabetes tipo 2 en el Ecuador, se tendrá una imagen indirecta de cuál ha sido la tendencia de la obesidad en el tiempo.

Pues bien, desde hace 30 años constatamos en el Ecuador un incremento sostenido de la mortalidad por enfermedad cerebro vascular (ECV), enfermedad isquémica del corazón (EIC) y diabetes tipo 2 (DM). En 1960, ninguna de estas enfermedades aparecía en la lista de las diez primeras causas de muerte en el país. En contraste, ahora ocupan los primeros lugares. Hace diez años realizamos un primer análisis de la tendencia de la mortalidad por estas enfermedades (51) tomando como fuente la información disponible en los años censales 1974, 1982 y 1990. Luego del censo de 2001 completamos la información.

## **DEFINICION DE OBESIDAD**

La obesidad se define como la presencia de una cantidad excesiva de grasa corporal, lo que significa riesgo para la salud. Es el producto de un balance calórico positivo, ya sea por medio de un elevado aporte energético o por una reducción del gasto de energía. Varias líneas de investigación han descartado a la sobrealimentación como un hecho constante en los obesos, considerando a la obesidad como una entidad heterogénea, compleja y multifactorial.

La obesidad afecta a sujetos de todas las edades y sexos, presentando en Chile una prevalencia elevada, estimada en adultos de un 13% para hombres y 22,7% para mujeres. Su frecuencia aumenta con la edad hasta alrededor de los 60 años en ambos sexos y es constantemente mayor en mujeres en todas las edades, especialmente en las de estrato socioeconómico bajo. Se asocia además a una mayor prevalencia de condiciones patológicas crónicas, tales como hipertensión arterial, diabetes mellitus, colelitiasis, dislipidemias, cardiopatía coronaria, cáncer, enfermedades respiratorias, psiquiátricas, osteoarticulares y numerosas otras enfermedades crónicas, las cuales limitan las expectativas de vida, con un mayor costo de salud para la población, lo cual representa un serio problema para la salud pública mundial.

## **Grado de obesidad y composición corporal del paciente obeso**

La obesidad se clasifica fundamentalmente en base al índice de masa corporal (IMC) o índice de Quetelet, que se define como el peso en kg dividido por la talla expresada en metros y elevada al cuadrado. Según Garrow, podemos clasificar a los sujetos en cuatro grados, de acuerdo al IMC (Tabla 1). Además es útil evaluar la composición corporal para precisar el diagnóstico de obesidad. Una clasificación alternativa, según la proposición de la American Heart Association, clasifica a los obesos en subgrupos de cinco unidades de IMC, relacionando su grado de obesidad con el riesgo de presentar complicaciones de salud (Tabla 1).

<b>Tabla 1 CLASIFICACIONES DE LA OBESIDAD</b>			
<b>SEGUN GARROW</b>			
	<b>GRADO</b>	<b>IMC</b>	
Grado 0:	normopeso	20 – 24.9	
Grado I:	sobrepeso	25 – 29.9	
Grado II:	obesidad	30 – 39.9	
Grado III:	obesidad mórbida	≥40	
<b>SEGUN AMERICAN HEART ASSOCIATION</b>			
	<b>GRADO</b>	<b>IMC</b>	<b>RIESGO</b>
Clase 0	normal	20 – 24.9	Muy bajo
Clase I	obesidad leve	25 – 29.9	Bajo
Clase II	obesidad moderada	30 – 34.9	Moderado
Clase III	obesidad severa	35 – 39.9	Alto
Clase IV	obesidad mórbida	≥40	Muy alto

Existen otros métodos para evaluar el grado de obesidad y la cantidad de grasa corporal, con grandes diferencias en el costo, aplicabilidad y exactitud, tales como el índice de peso para la talla o peso relativo, medición de pliegues cutáneos, medición de circunferencias corporales, impedanciometría bioeléctrica, ultrasonido, tomografía axial computada, etcétera. Otros métodos están destinados casi exclusivamente al área de investigación, tales como la densitometría por inmersión, medición de potasio 40 corporal, estudios de conductividad (TOBEC), resonancia nuclear magnética, medición de agua corporal total, absorciometría dual por rayos X, etcétera.

### **Etiología de la obesidad**

La mayoría de los casos de obesidad son de origen multifactorial. Se reconocen factores genéticos, metabólicos, endocrinológicos y ambientales. Sin embargo, la obesidad exógena o por sobrealimentación constituye la principal causa. Entre los factores ambientales destacan tanto el aumento de la ingesta de alimento como la reducción de la actividad física. Los trastornos psicológicos provocados por el mundo moderno, así como el sedentarismo, la presión social y comercial para ingerir alimentos excesivamente calóricos parecen ser los factores más importantes en la etiología de la obesidad hoy en día. El desconocimiento de conceptos básicos de nutrición agrava aún más el problema.

A pesar de que no se ha encontrado aún un marcador genético específico de obesidad, existen algunos estudios que han intentado determinar la importancia del componente genético en comparación con las influencias del ambiente, con

resultados controvertidos en favor de uno u otro, según el estudio realizado. Se sabe que el genotipo tiene mayor influencia sobre la grasa visceral que sobre el tejido adiposo subcutáneo. Además, hay estudios que sugieren que el genotipo es responsable de una fracción significativa de las diferencias individuales en el gasto energético de reposo, efecto térmico de los alimentos y el gasto energético por actividad física. Últimamente se ha descubierto una proteína producida en el tejido adiposo, denominada proteína ob o leptina, que tendría un rol regulatorio del apetito y de la actividad física a nivel hipotalámico.

Sólo un pequeño porcentaje (2 a 3%) de los obesos tendrían como causa alguna patología de origen endocrinológico. Entre estas destacan el hipotiroidismo, síndrome de Cushing, hipogonadismo, ovario poliquístico y lesiones hipotálamicas. En los niños, la obesidad puede asociarse a síndromes congénitos (síndrome de Prader Willi, distrofia adiposa genital, etcétera).

A pesar de que la obesidad rara vez se debe a una alteración hormonal, puede conducir a alteraciones de los niveles hormonales. Debido al desarrollo de resistencia a la acción insulínica, aumentan los niveles plasmáticos de esta hormona. Los niveles de triyodotironina se elevan en condiciones de alta ingesta calórica y los niveles de tiroxina (T4) están normales. La excreción urinaria de cortisol libre y de hidrocorticoides se encuentra a veces elevada en la obesidad, probablemente debido a un mayor recambio de cortisol, por el aumento de masa magra en el obeso. Los niveles plasmáticos de cortisol, al igual que su ciclo diurno, se encuentran generalmente en un rango normal. Los niveles de hormona de crecimiento generalmente son bajos, y las pruebas de estimulación muestran

una pobre respuesta de esta hormona, la cual se normaliza cuando se pierde peso. Por otro lado, se han descrito alteraciones de los niveles de hormonas sexuales, tanto de origen testicular como ovárico.

## **EJERCICIO Y ACTIVIDAD FISICA**

Este texto da a conocer, algunos de los términos comúnmente usados en el campo de las ciencias del ejercicio, con miras a realizar una real distinción entre actividad física, ejercicio, condición física y deporte, considerando que existe cierta confusión conceptual que como consecuencia no permite un uso apropiado de los términos para el desarrollo investigativo, y la ejecución de programas de promoción de la salud y prevención de la enfermedad.

Con el fin de cumplir este objetivo, el Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos, han generado un consenso frente a la interpretación de cada uno de los términos aquí mencionados; por tal razón su trabajo, parece ser para muchos la mejor estandarización. Sin embargo no se excluirá otras definiciones siempre que puedan servir como complemento al trabajo aquí desarrollado.

Además, se realiza una clasificación de términos en: productos y procesos. Los productos se refieren a los términos que indican el estado de la persona, es decir, condición física, salud y bienestar. Por último, nos referimos a los procesos como los estilos de vida y comportamientos, reflejados en las definiciones de actividad física, ejercicio, deporte. Esto con el motivo de identificar las variables dependientes como los productos y las independientes como los proceso, de

modo que, se cumple con el objetivo del artículo, que es, documentar y clasificar el conjunto de términos asociados a AF y Salud, facilitando el entendimiento y medición para el desarrollo investigativo y la ejecución de programas en salud.

## **ACTIVIDAD FISICA**

Con respecto a Actividad Física podemos definirla como movimiento corporal producido por la contracción esquelética que incrementa el gasto de energía por encima del nivel basal. Si bien, no es la única concepción de lo que es, cabe añadir otras definiciones encontradas, como: “cualquier actividad que involucre movimientos significativos del cuerpo o de los miembros”, y “todos los movimientos de la vida diaria, incluyendo el trabajo, la recreación, el ejercicio, y actividades deportivas”. Considerando cada una de estas definiciones, diríamos que la actividad física comprende diferentes dimensiones, formas y/o subcategorías.

A continuación se hará una descripción de las características de la actividad física con sus dimensiones y con su categorización. De entrada empezaremos con las dimensiones donde se desenvuelve la AF, siendo estas las actividades ocupacionales, de casa, de transporte y de tiempo libre, esta última subdividida en actividades deportivas, recreativas, de entrenamiento o de ejercicio.

Luego de estas dimensiones podemos categorizar la AF según sus propiedades sea esta mecánica o metabólica. En la primera se tiene en cuenta si la tensión de la contracción muscular genera movimiento, dicho de otra manera, si existe contracción isométrica, en la cual no hay cambio de la longitud del músculo, es

decir no hay movimiento, o si por el contrario existe contracción isotónica que genera una tensión constante durante el ejercicio dinámico suponiendo la presencia de movimiento.

Por otra parte, la categoría metabólica se clasifica, según, el tipo de transferencia energética durante el ejercicio a diferentes intensidades. En primer lugar, la categoría metabólica aeróbica, proporciona la cantidad más grande de transferencia energética, durante ejercicios de intensidades moderadas y de largo plazo, a través de 3 vías metabólicas: la glucólisis, el ciclo de Krebs y la cadena respiratoria. Por último, encontramos la categoría metabólica anaeróbica, donde predominan dos subcategorías, una de producción de energía inmediata a través del trifosfato de adenosina (ATP) y la fosfocreatina (CrP) llamada (anaeróbica aláctica), la cual se desarrolla durante pruebas de corta duración e intensidades elevadas como el sprint; y la segunda categoría es la (anaeróbica láctica), la cual necesita de las reacciones anaeróbicas de la glucólisis para generar energía a corto plazo, esto es, durante ejercicios intensos de mayor duración (1 a 2 minutos).

## **SUBCATEGORIAS DE LA ACTIVIDAD FISICA**

### **Ejercicio**

En cuanto a ejercicio, vale la pena decir que es un concepto discutido en la literatura desde principios del siglo XX, esto se dio por qué no se hacia una verdadera distinción entre este y Actividad Física. Así mismo el ejercicio era relacionado con ejecuciones vigorosas de actividades físicas aeróbicas y

competitivas, en consecuencia eran difíciles de mantener como estrategia para promover salud. Sólo hasta los años 90, se dejó de usar el término ejercicio como genérico de todos los tipos de actividad.

Algo semejante al término de AF, ocurre con el término Ejercicio o su equivalente, “entrenamiento físico”, a este lo podemos definir como “una subcategoría de la actividad física, siendo planeado, estructurado y repetitivo, además de tener como propósito mejorar y mantener uno o más de los componentes de la aptitud física”, si bien tampoco es la única concepción de lo que es, esta parece ser a juicio propio una definición integral. No obstante consideramos importantes otras definiciones, las cuales no se alejan considerablemente de la primera: “Es una actividad física de tiempo libre, dirigida con la intención de desarrollar aptitud física”, o “cualquier actividad que involucre la generación de fuerza por los músculos activados, incluyendo actividades de la vida diaria, trabajo, recreación, y deportes competitivos”.

Ahora bien, cabe añadir las características típicas del ejercicio, las cuales envuelven una amplia gama de poder de producción metabólica. En particular, el ejercicio relacionado con la aptitud física y salud, requieren un ritmo discreto o moderado de transformación de energía potencial metabólica, es decir se trabaja a Intensidades submáximas o moderadas, esto con motivo de proveer aptitud física aeróbica o cardiovascular. Por último y contrariamente, el ejercicio de entrenamiento competitivo, particularmente requieren de altas intensidades que desarrollan fuerza y poder máximo. En resumen tanto una actividad física, como

un ejercicio físico adecuado, pueden mejorar o mantener la aptitud física, lo que los convierte en un componente central de la salud y el bienestar.

## **Deporte**

En lo que concierne al deporte debemos hacer notar qué es una subcategoría de la actividad física, especializada, de carácter competitivo que requiere de entrenamiento físico y que generalmente se realiza a altas intensidades. Además está reglamentada por instituciones y organismos estatales o gubernamentales. De modo que su objetivo principal no es el de mejorar o mantener salud, en definitiva esta hecho principalmente para competir.

## **EFFECTOS FISIOLÓGICOS DEL ENTRENAMIENTO.**

Muchos y muy conocidos son ya los beneficios y los efectos de los distintos tipos de entrenamientos, como así también sus adaptaciones (cambios a largo plazo) y las respuestas (modificaciones agudas e inmediatas de los sistemas) que provoca el ejercicio físico.

Entre las características de las adaptaciones generadas podemos destacar la de Individualidad, que supone el hecho que cada persona responde de manera distinta ante el estímulo del entrenamiento, otro sería el de la Capacidad Potencial, dada por la carga genética sumada esto a la condición física del sujeto, lo que determina la magnitud de la mejora fisiológica y sus adaptaciones.

La efectividad de los programas dado por la especificidad y eficiencia de las propuestas y el resultado buscado u Objetivos (salud o rendimiento deportivo) son otras de las cuestiones a tener en cuenta.

### **Efectos del Entrenamiento Aeróbico.**

El metabolismo aeróbico es fundamental en la vida diaria y deportiva. Uno de los principales cambios es la mejora de entre el 5 y el 30 % del VO<sub>2</sub> MAX (Máx. Consumo de oxígeno) en función de los niveles anteriores.

### **Adaptaciones del músculo:**

- a) Aumento del contenido de mioglobina.
- b) Mayor tasa de oxidación de Carbohidratos.
- c) Mayor capacidad de oxidar grasas.

1983) Especifico de los músculos involucrados en el ejercicio, cuantitativamente relacionado con la frecuencia del ejercicio. Aspecto importante teniendo en cuenta que la mioglobina facilita la difusión de O<sub>2</sub> hasta la mitocondria.

- b) El entrenamiento de la Resistencia aumenta la capacidad del músculo de romper glicógeno con producción de ATP + CO<sub>2</sub> + agua, generando más energía.

Las adaptaciones que contribuyen a esto son: el aumento del tamaño y número de mitocondrias de la musculatura esquelética. Así también se aumenta la actividad y concentración de enzimas involucradas en el Ciclo de Krebs, y el sistema de electrones.

c) La utilización de grasas en trabajos de resistencia son relevantes, y en una determinada intensidad sub-máxima una persona entrenada oxida más grasas y menos hidratos de carbono que una desentrenada.

Esto supone una menor depleción de glicógeno y menor cúmulo de ácido láctico por tanto menos fatiga muscular.

Los ácidos grasos libres (AGL) son transportados desde el citoplasma a la mitocondria por la carnitin-transferasa. El entrenamiento de la resistencia aumenta las concentraciones de esta enzima, como así otras enzimas comprometidas en el proceso de beta-oxidación. Al incrementarse la tasa de obtención de acetil-Coa a partir de los AGL, que entraran al CK (ciclo de Krebs) formando citratos, que inhiben la actividad de la fosfofructoquinasa PFK, disminuyendo el metabolismo de los hidratos de carbono.

## **BENEFICIOS DE LA ACTIVIDAD FISICA**

La mayoría de las personas pueden beneficiarse de realizar actividad física de forma regular. Es frecuente que la gente piense que hace suficiente ejercicio en el trabajo. Muchos piensan que son demasiado viejos para empezar, otros que su forma física ya es demasiado mala para intentar recuperarla. Obesidad, diabetes,

o alguna discapacidad física, pueden ser las razones que desanimen al sujeto para comenzar a realizar actividad física. Pero en muchas ocasiones son simplemente la pereza, o las expectativas de fatiga y dolor las que impiden que ni siquiera llegue a intentarse.

En la actualidad parece existir evidencia suficiente que pruebe que aquellos que llevan una vida físicamente activa pueden obtener una larga lista de beneficios para su salud:

Disminuye el riesgo de mortalidad por enfermedades cardiovasculares en general y en especial de mortalidad por cardiopatía isquémica en grado similar al de otros factores de riesgo como el tabaquismo.

Previene y/o retrasa el desarrollo de hipertensión arterial, y disminuye los valores de tensión arterial en hipertensos.

Mejora el perfil de los lípidos en sangre (reduce los triglicéridos y aumenta el colesterol HDL).

Mejora la regulación de la glucemia y disminuye el riesgo de padecer diabetes no insulino dependiente.

Mejora la digestión y la regularidad del ritmo intestinal.

Disminuye el riesgo de padecer ciertos tipos de cáncer, como el de colon, uno de los más frecuentes y sobre el que al parecer existe mayor evidencia.

Incrementa la utilización de la grasa corporal y mejora el control del peso.

Ayuda a mantener y mejorar la fuerza y la resistencia muscular, incrementando la capacidad funcional para realizar otras actividades físicas de la vida diaria.

Ayuda a mantener la estructura y función de las articulaciones. La actividad física de intensidad moderada, como la recomendada con el fin de obtener

Beneficios para la salud, no produce daño articular y por el contrario puede ser beneficiosa para la artrosis.

La actividad física y de forma especial aquella en la que se soporta peso, es esencial para el desarrollo normal del hueso durante la infancia y para alcanzar y mantener el pico de masa ósea en adultos jóvenes.

Ayuda a conciliar y mejorar la calidad del sueño.

Mejora la imagen personal y permite compartir una actividad con la familia y amigos.

Ayuda a liberar tensiones y mejora el manejo del estrés.

Ayuda a combatir y mejorar los síntomas de la ansiedad y la depresión, y aumenta el entusiasmo y el optimismo.

Ayuda a establecer unos hábitos de vida cardiosaludables en los niños y combatir los factores (obesidad, hipertensión, hipercolesterolemia, etc.) que favorecen el

desarrollo de enfermedades cardiovasculares en la edad adulta.

En adultos de edad avanzada, disminuye el riesgo de caídas, ayuda a retrasar o prevenir las enfermedades crónicas y aquellas asociadas con el envejecimiento. De esta forma mejora su calidad de vida y aumenta su capacidad para vivir de forma independiente.

Ayuda a controlar y mejorar la sintomatología y el pronóstico en numerosas enfermedades crónicas (Cardiopatía isquémica, Hipertensión arterial,

Enfermedad pulmonar obstructiva crónica, Obesidad, Diabetes, Osteoporosis, etc.)

Disminuye la mortalidad tanto en adultos jóvenes como en los de mayor edad, siendo incluso menor en aquellos que tan sólo mantienen un nivel de actividad física moderado que en los menos activos o sedentarios.

Por último, todos estos beneficios tendrán una repercusión final en la reducción del gasto sanitario. Este es un argumento de peso para que tanto las administraciones públicas como privadas apoyen la promoción de la actividad física en todos los estamentos de nuestra sociedad.

El organismo humano como consecuencia del entrenamiento físico regular, presenta en sus diferentes aparatos y sistemas modificaciones morfológicas y funcionales que denominamos adaptaciones, las cuales va a permitir por una parte prevenir o retrasar la aparición de determinadas enfermedades y por otra parte mejorar la capacidad de realizar un esfuerzo físico. Una persona entrenada

físicamente será capaz de correr a la parada del autobús sin cansarse demasiado, jugar con sus hijos con mayor vitalidad e incluso hacer algún alarde con los amigos en un partido de fútbol.

Indudablemente el ejercicio físico regular nos permite desde el punto de vista psicológico afrontar la vida con mayor optimismo y mejor disposición, a la vez que socialmente es un medio de integración en distintos grupos humanos.

Entre los posibles problemas derivados de la práctica de actividad física, el más frecuente es el riesgo de lesiones musculoesqueléticas. Este es fácil de evitar si no se cometen excesos y el nivel de actividad aumenta de forma lenta y progresiva hasta alcanzar el deseado. Por otro lado, si bien es cierto que el ejercicio físico intenso aumenta considerablemente el riesgo de eventos cardiovasculares (infarto agudo de miocardio o muerte súbita cardíaca), tanto en individuos previamente sedentarios como en aquellos que realizan actividad física de forma regular, el riesgo global sigue siendo claramente inferior en estos últimos.

## **Clasificación de los principales métodos para la medición de la composición corporal**

### **Métodos Directos**

#### ***Dissección de cadáveres y análisis anatómico y químico de los componentes.***

Los trabajos más importantes en esta área fueron desarrollados en 1984 en la Universidad Vrije de Bruselas por J.P. Clarys. Estos consistieron en tomas

antropométricas de cadáveres y posterior disección por fracciones (piel, tejido graso subcutáneo, músculos, huesos y vísceras), determinando todos los componentes y calculando la densidad de cada parte del cuerpo. Estas investigaciones constituyeron la tesis de grado de 3 investigadores de la universidad de Vancouver, Canadá: Alan Martin, D. Drinkwater y J. Marfell-Jones.

La mayoría de las fórmulas hoy utilizadas son validadas a través de este estudio.

## **b) Métodos Indirectos**

### ***Densitometría***

Es una técnica para el diagnóstico de la densidad corporal total que ha sido históricamente utilizada para la estimación de la grasa corporal y la masa magra.

Este método que permite determinar el peso hidrostático y el desplazamiento de volumen de agua, lo cual a través de ecuaciones matemáticas (regresiones lineales), estima la grasa corporal. Dicha metodología actualmente a perdido valor por los siguientes motivos:

a) Considera al cuerpo como un modelo de 2 componentes solamente, sin discriminar las proporciones de masa ósea, muscular y visceral.

b) Presupone que la masa magra es isotrópica (homogénea) en cuanto a la densidad, siendo que es clara la diferencia existente entre la densidad ósea y la densidad muscular por ejemplo.

Aunque la masa muscular puede decirse que tienen una densidad constante (aprox.. 1.07 g/ml), la masa ósea tiene variantes importantes dentro del propio individuo.

c) Las ecuaciones creadas por Siri o Brozek, con el dato de la densidad corporal total tienen un serio problema, y es que si un individuo registra una densidad de 1, corresponderá a un porcentaje graso del 40%, e individuos con 1,10 tendrán 0% de porcentaje graso (caso de personas magras y de gran estructura osteo-muscular).

Se han desarrollado fórmulas que predicen la masa grasa, y que son validadas estadísticamente a través de la densitometría.

### ***Determinación del agua corporal total***

Existe evidencia de que los depósitos de triglicéridos no contienen agua, y que el agua ocupa una porción relativamente fija (73%) de la masa magra (52). Esto ha orientado investigaciones para determinar el agua corporal total como indicador de la masa magra.

Esto se realiza a través de la inyección de radioisótopos del hidrógeno (tritio o deuterio) para cuantificar volúmenes de agua corporal. (53). De todos modos el método además de ser muy costoso, no dice nada con respecto a la masa muscular y ósea.

### ***Determinación del potasio corporal total***

Análisis químicos han demostrado que el potasio es un electrólito principalmente intracelular, que no está presente en los triglicéridos.

El potasio  $^{40}\text{K}$  que existe en el cuerpo en cantidades conocidas, emite una radiación gamma cuya medición externa permite estimar la masa magra en seres humanos. Tienen los mismos inconvenientes que el método anterior.

Ambos métodos tienen una buena correlación con los datos obtenidos del estudio de cadáveres.

### ***Absorcimetría fotónica dual o por rayos x***

Se usa para estudiar el contenido mineral óseo. Consiste en pasar radiación de intensidad baja por todo el cuerpo y de esa manera a través del estudio de la imagen determinar el contenido mineral.

El método puede analizar tejidos “blandos”, como el tejido graso, pero no puede discriminar la masa muscular.

La técnica es muy costosa, pero tiene una precisión importante en la determinación de la masa ósea lo cual permite correlacionar con datos obtenidos con ecuaciones antropométricas, y validarlas científicamente.

### ***Modelos cine antropométricos***

Estos métodos utilizan la medición de pliegues cutáneos, perímetros y diámetros óseos, perímetros musculares, talla, talla sentado, peso, longitudes de segmentos corporales.

El método consiste en tomas de medidas en lugares fijados internacionalmente por la ISAK, las cuales luego son utilizadas en numerosas ecuaciones para la determinación de las distintas masas.

Existen distintos modelos cines antropométricos actualmente vigentes:

a) Proporcionalidad (54), permite calcular las proporciones de cada segmento corporal, comparándolas con un modelo estándar (Phantom) utilizado como referencia de medida.

b) Fraccionamiento corporal (55), permite determinar los distintos compartimentos (graso, muscular, óseo y visceral)

c) Cálculo de masas corporales a través de modelos geométricos (55), considera al cuerpo humano como una serie de conos parciales (miembros, tronco, cabeza y cuello), con un cálculo matemático de sus componentes (piel, hueso, músculos, grasa y vísceras).

d) Fraccionamiento corporal en 5 componentes (56), permite determinar el peso de la piel, además de los otros 4 componentes.

La gran ventaja de estos modelos es la facilidad, el bajo costo, y una validez de las distintas estrategias matemáticas importante con respecto al estudio de cadáveres de Bruselas.

Como desventaja, es que se debe ser obsesivo en la colecta de los datos (mediciones), por lo cual los datos son verdaderamente válidos cuando obtenidos por un antropometrista experiente y riguroso.

La metodología no se adapta totalmente a niños y a adultos que escapan de la norma (obesos, fisicoculturistas por ejemplo).

Actualmente es la metodología más utilizada, y constantemente se busca correlacionar con datos obtenidos a través de otras metodologías, más precisas en la obtención de ciertas masas corporales (ósea por ejemplo), ayudando de esa manera a ajustar las estrategias matemáticas, y obtener valores más reales.

Tal vez la gran ventaja de este método es, por su bajo costo, la posibilidad de realizar un seguimiento del sujeto (deportista o no), y poder verificar los progresos o involuciones en función de la actividad realizada o no realizada, pues más allá de saber que una masa corresponde a 10 ó 10.8, importante es saber que luego de un mes ó 2 esa masa aumentó, disminuyó o quedó como estaba. Por lo tanto lo realmente importante es la toma de los datos, que sea muy precisa, y para ello basta con conocer la técnica y practicar.

### ***Determinación de creatinina plasmática total***

El origen de la creatinina endógena está relacionado a la síntesis de su precursor metabólico, la creatina, en el hígado y riñón.

El 98% de la creatina se encuentra en el tejido muscular, en forma de creatinofostato (la mayor parte). Hoberman demostró la directa proporcionalidad de la creatina corporal con la excreción de creatinina urinaria, y Boileau asoció el nivel de creatinina urinaria con la proporción de masa muscular y masa magra.

Como desventaja se tiene:

- a) la gran variabilidad intraindividual de excreción durante el día, sobre todo porque la creatinina es filtrada por el riñón.
- b) el tipo de dieta
- c) la dificultad de recolectar la orina durante las 24 horas.

Comparando este método con la determinación del potasio <sup>40</sup> que tiene una alta correlación con la masa muscular real, este método presenta un error de 3 a 8 kg de masa muscular para sujetos de entre 60 y 100 kg (57).

Existe otro método, la medición de la excreción de 3 metil-histidina (aminoácido) que también permite estimar a la masa muscular (es un marcador de la degradación de proteína endógena).

Las desventajas son las mismas que el método anterior, además del alto costo y la complejidad del análisis.

Este método tiene una alta correlación con el método del potasio 40, por lo cual sería un indicador importante de la masa muscular.

### ***Tomografía axial computada***

Utilizada como método para estudiar la composición corporal, sólo realiza en sectores del cuerpo, ya que un estudio del total, implicaría un nivel de radiación muy importante.

El método brinda datos sobre la densidad de los tejidos, construyendo una imagen bidimensional, el grosor del corte, etc., lo cual a través de un programa computado permite estimar la masa de cada uno de los tejidos.

Esta tecnología tiene como gran desventaja su alto costo.

### ***Resonancia magnética nuclear***

Se fundamenta en que los núcleos atómicos de las moléculas del cuerpo, muy especialmente los de H, pueden comportarse como pequeños imanes y en consecuencia, alinearse según la dirección de un campo magnético aplicado externamente. Si, en esas condiciones, se hace pasar por el cuerpo una onda de radiofrecuencia, algunos núcleos absorben parte de su energía y cambian su orientación en el campo magnético. Cuando la onda de radio se suprime, los núcleos se desactivan emitiendo la señal de radio que antes absorbieron. Como

cada clase de núcleo reacciona en forma característica, un detector adecuado podrá captar una imagen global de la emisión de los distintos átomos del sector del cuerpo estudiado, y una computadora adecuadamente programada podrá transformar esa información en una imagen, cuyos matices de intensidad reflejarán la composición de los tejidos involucrados.

Como el H está presente sobretodo en el agua, las zonas más hidratadas darán densidades más intensas, observándose un alto contraste entre grasa y músculo.

Este método por ser no invasivo, no irradia al sujeto, con una capacidad de resolución muy superior a los demás métodos, tal vez pueda transformarse en el más efectivo, el problema sigue siendo el costo. Tal vez el validar estrategias antropométricas a través de este método puede ser una alternativa importante.

### **c) Métodos doblemente indirectos**

Sin duda alguna la cine-antropometría es una de las ciencias aplicadas al deporte que tiene una enorme importancia tanto para los deportistas del alto rendimiento como para las personas que realizan ejercicios físicos con fines de salud. Esta ciencia es de gran utilidad y fácil aplicación, siendo muy económica la adquisición de sus equipos e instrumentos de medición. Los estudios en esta área están asociados con la nutrición, la biomecánica, la fisiología del ejercicio, la medicina del deporte y con otras especialidades médicas.

Se definió la cine-antropometría como “el área de la aplicación del estudio del tamaño, forma, proporción, composición, maduración y funciones principales del

ser humano. Su propósito es ayudarnos en el conocimiento del movimiento humano, en el contexto de crecimiento, ejercicio, rendimiento y nutrición”. (28)

La definición etimológica del término cine-antropometría está relacionada a la medida del hombre en movimiento. Con el desarrollo de la medicina del deporte y de otras ciencias vinculadas con el mismo ha dado lugar a la conformación de la cine-antropometría del deporte que tiene como finalidades principales:

- Colaborar con el control del entrenamiento deportivo

Con el conocimiento del porcentaje de grasa corporal, peso magro, índice AKS, IMC y somatotipo, para lograr el perfil de la composición corporal del atleta, y poder valorar de forma practica el porcentaje de grasa y el índice AKS por disciplina deportiva, sexo y etapa del entrenamiento

b. Esta información asociada a un plan individual de alimentación permite una adecuada estrategia para obtener un buen desarrollo morfológico, incluido en los programas de aumento o disminución del peso corporal.

c. Conocimiento de la edad biológica del atleta, mediante la edad morfológica (que se obtiene mediante mediciones antropométricas) y su relación con la edad cronológica, lo cual permite recomendar al entrenador como deben ser aplicadas las cargas del entrenamiento. Esto permite conducir al talento deportivo de la mejor forma posible al alto rendimiento.

## - Detección del talento deportivo y su desarrollo

Podemos afirmar que la cine-antropometría del deporte es un eslabón importante de la medicina del deporte y de las otras ciencias del deporte, siendo la responsable de la descripción y cuantificación de las características físicas de los deportistas, colaborando en identificar a posibles atletas con condiciones para el deporte en edades tempranas. Las instituciones de estas ramas incluyen en la valoración funcional del deportista el estudio del perfil antropométrico por ser uno de los factores que colaboran en el éxito deportivo, por su influencia desde el punto de vista biomecánico, así como fisiológico.

La cine-antropometría del deporte tiene la gran utilidad de que posibilita la valoración de las características morfológicas, así como su control durante toda la temporada deportiva, tanto en el meso-ciclo preparatorio general y específico, como en el meso-ciclo competitivo. Como ya explicamos, también es una útil herramienta para la detección de talentos deportivos, así como en el estudio de los atletas infantiles y juveniles en el camino hacia la alta competición. También se utiliza para el seguimiento de los deportistas sometidos a regímenes dietéticos especiales. La década del 60 y sobre todo la del 70 fueron testigos de un gran desarrollo de la cine-antropometría del deporte en los países ex socialistas de la Europa del Este, sobre todo con los avances de la Unión Soviética y de la República Democrática de Alemania. Los datos resultan de ecuaciones basadas en otras ecuaciones.

Sus aportes en principio se ramificaron parcialmente para el resto de los países socialistas de Europa y hacia Cuba, donde se creó una Escuela de Cine-antropometría del Deporte, constituida por biólogos, médicos del deporte y profesores de educación física. La cine-antropometría ha sido parte importante en la detección de talentos olímpicos. Podemos afirmar que lamentablemente aún en países de América Latina no ha alcanzado un papel protagónico en las ciencias del deporte. La técnica antropométrica es parte de la cine-antropometría y también de la antropometría que es una rama de la antropología. En la población es importante su aplicación con finalidad de salud, tanto en la prevención, como en el tratamiento y en la rehabilitación; índices como el IMC, el porcentaje grasa corporal, circunferencia abdominal y el índice cintura/cadera son cada vez más utilizados, así como el propio índice AKS. Este último indicador es utilizado para valorar como los pacientes cambian la calidad de su peso corporal mediante un programa adecuado de ejercicios que combine la condición cardiorrespiratoria y la músculo-esquelética, en combinación o no con una nutrición adecuada.

## **Antropometría**

La técnica antropométrica nos permite medir peso corporal, estatura, longitudes, diámetros, circunferencias (perímetros) y pliegues cutáneos. La información antropométrica es procesada posteriormente mediante la aplicación de diferentes ecuaciones de regresión y fórmulas estadísticas para obtener información sobre el

somatotipo, la composición corporal y la proporcionalidad de diferentes partes del cuerpo.

## **DEFINICIONES UTILIZADAS EN LA CINEANTROPOMETRÍA.**

### **ÍNDICES DE PROPORCIONALIDAD**

Presentaremos una serie de definiciones conocidas y otras no tan conocidas relacionadas con los índices de proporcionalidad que se utilizan en la detección de talentos deportivos, y que fueron mayormente estudiadas a partir de la década del 60, como las medidas córmico, biacromiales, acromio-ilíaco, etc. (24).

El índice AKS, prácticamente desconocido en América Latina, es fundamental para el control del entrenamiento. Incorporamos la fórmula de cómo obtener la edad cronológica (edad de nacimiento llevado a edad decimal). En la tabla I se muestra con un ejemplo de cómo obtener la edad decimal, la cual sirve entre otros aspectos para comparar al deportista con la edad biológica. Es muy importante también y prácticamente no utilizada en América Latina la edad morfológica, obtenida mediante medidas antropométricas, pues puede ayudar en la predicción de la estatura. A continuación se exponen algunas de las definiciones e índices más utilizados en la cine-antropometría del deporte:

- Crecimiento: Es el aumento de masa corporal en todas las dimensiones (músculos, huesos, vísceras etc.) (58)
- Desarrollo: Es la expansión y la diferenciación funcional de diferentes órganos (58).

- Antropometría: Es la técnica sistemática de medir y analizar observaciones en el cuerpo humano; ocupándose de las medidas del cuerpo y sus extremidades, así como de diámetros, circunferencias, etc. Es una rama de la antropología.
- Índices antropométricos: Expresan la relación de dos o más medidas antropométricas, siendo un adecuado parámetro para efectuar comparaciones.
- Índice ponderal de Sheldon: se refiere a las características del físico individual.
- Índice córmico Giufrida-Ruggieli:  $(Asx100)/\text{estatura}$ . Expresa una relación estimativa del tronco encefálico o altura sentada (AS) con relación a la estatura total.
- Índices longitudinales de las extremidades inferiores:  $(LEIx100)/\text{estatura}$ . La relación entre la longitud de la estatura de los miembros inferiores se relaciona con la localización del centro de gravedad.
- Índice bi-acromial:  $(DBAx100)/\text{estatura}$ , donde DBA es la distancia entre los acromios (59). Un cálculo relativo entre el ancho de los hombros y la estatura resulta muy importante en la natación.
- Índice biilio-crestal:  $(DBIx100)/\text{estatura}$ , donde DBI es la distancia entre las crestas ilíacas (59). Un cálculo relativo entre el ancho de la pelvis y la estatura.
- Índice bitrocantérico:  $(DBTx100)/\text{estatura}$ , en donde DBT es la distancia entre los trocánteres (59). Una distancia relativa entre el ancho de la cadera y la estatura es importante en la natación.
- Índice bitrocantérico/biacromial:  $(DBTx100)/DBA$  (60). Un cálculo relativo del ancho de hombros con relación

a la cadera. Ese índice refleja tres formas posibles de tronco: rectangular, intermediario y trapezoide, esta última, característica del nadador. Es un índice de gran valor para la natación de alto rendimiento.

- Índice torácico:  $(CT \times 100) / \text{estatura}$  (59), donde CT es la circunferencia del tórax.

Es un cálculo relativo de la caja torácica en relación con la estatura.

Índice KP:  $\text{Estatura (cm)} - (\text{peso en kg} + 100)$ .

- Índice brazo-estatura. Extensión máxima de las extremidades superiores a lo ancho del cuerpo menos la estatura (brazo en cm y estatura en cm).
- Composición corporal: Es el estudio de las fracciones del cuerpo.

TABLA I. Edad decimal.												
Días	1 Ene.	2 Feb.	3 Mar.	4 Abr.	5 May	6 Jun.	7 Jul.	8 Ago.	9 Sep.	10 Oct.	11 Nov.	12 Dic.
1	000	085	162	247	329	414	496	581	666	748	833	915
2	003	088	164	249	332	416	499	584	668	751	836	918
3	005	090	167	252	334	419	501	586	671	753	838	921
4	008	093	170	255	337	422	504	589	674	756	841	923
5	011	096	173	258	340	425	507	592	677	759	844	926
6	014	099	175	260	342	427	510	595	679	762	847	929
7	016	101	178	263	345	430	512	597	682	764	849	932
8	019	104	181	266	348	433	515	600	685	767	852	934
9	022	107	184	268	351	436	518	603	688	770	855	937
10	025	110	186	271	353	438	521	605	690	773	858	940
11	027	112	189	274	356	441	523	608	693	775	860	942
12	030	115	192	277	359	444	526	611	696	778	863	945
13	033	118	195	279	362	447	529	614	699	781	866	948
14	036	121	197	282	364	449	532	616	701	784	868	951
15	038	123	200	285	367	452	534	619	704	786	871	953
16	041	126	203	288	370	455	537	622	707	789	874	956
17	044	129	205	290	373	458	540	625	710	792	877	959
18	047	132	208	293	375	460	542	627	712	795	879	962
19	049	134	211	296	378	463	545	630	715	797	882	964
20	052	137	214	299	381	466	548	633	718	800	885	967
21	055	140	216	301	384	468	551	636	721	803	888	970
22	058	142	219	304	386	471	553	638	723	805	890	973
23	060	145	222	307	389	474	556	641	726	808	893	975
24	063	148	225	310	392	477	559	644	729	811	896	978
25	066	151	227	312	395	479	562	647	731	814	899	981
26	068	153	230	315	397	482	564	649	734	816	901	984
27	071	156	233	318	400	485	567	652	737	819	904	986
28	074	159	236	321	403	488	570	655	740	822	907	989
29	077	-	238	323	405	490	573	658	742	825	910	992
30	079	-	241	326	408	493	575	660	745	827	912	995
31	082	-	244	-	411	-	578	663	-	830	-	997

Existe una síntesis en dos componentes: masa corporal activa y depósito de grasa corporal.

- Masa corporal activa o magra: Es uno de los dos elementos de la composición corporal, formada de músculos, vísceras, huesos y agua corporal. Un aumento de MCA se traduce en un aumento potencial biológico en la fisiología del ejercicio. También es conocido como peso magro.

- Porcentaje de grasa: Es el otro elemento de la composición corporal. Significa el porcentaje de grasa que el individuo posee en relación al peso corporal y es un cálculo relativo de equilibrio energético (Rodríguez, 1978).
- Peso corporal de grasa: cantidad de grasa en kilogramos.
- Peso corporal de grasa por masa corporal activa –  $(\text{kg G} \times 100)/\text{MCA}$ , estimativa relativa de peso de grasa por kg de MCA.
- Índice de AKS:  $(\text{MCA en g} \times 100)/\text{altura cm}^3$  o  $(\text{MCA en kg})/ \text{altura m}^3 \times 10$  (60). Demuestra el valor relativo de MCA en función de la estatura, siendo un cálculo más correcto para analizar el desarrollo osteo-muscular (conocida como sustancia corporal activa)

Densidad corporal (DC): Es la relación existente entre el peso específico y el volumen del cuerpo. Muchos autores consideran que en la natación, ese es un factor influyente para la flotabilidad del atleta; si la medida de la densidad corporal fuere menor de  $1 \text{ g/cm}^3$ , el individuo tendrá mayor flotabilidad.

- Somatotipo: Es un método de gran importancia morfológica que provee el concepto de forma corporal total (61), compuesto por tres elementos: endomorfia, mesomorfia y ectomorfia.
- Endomorfia: Es el primer componente del somatotipo, siendo un indicador de grasa corporal del individuo (61).
- Mesomorfia: Es el segundo componente del somatotipo, siendo un indicador del desarrollo músculo-esquelético del individuo (61).
- Ectomorfia: es el tercer componente del somatotipo y se refiere a la proporción que la figura humana presenta entre las medidas volumétricas y lineales, siendo un cálculo relativo de linealidad de individuos (61).

- Somatograma: carta somática de la distribución de los somatotipos de acuerdo con el grado de predominio de los componentes.
- Método para calcular la edad decimal: es necesario conocer la fecha de nacimiento del individuo y la fecha de realización del examen y efectuar una simple operación de sustracción. El número entero es retirado de los dos últimos números del año, y la fracción decimal aparece en la tabla I. Si por ejemplo hoy fuese 15 de diciembre de 2003, ¿cuál sería el valor decimal? El número entero es 2003, al cual se le adiciona la parte decimal que localizamos en la tabla, en la intersección del día 15 con el mes de diciembre, donde encontramos el número 953. La fecha decimal sería 2003,953. Suponiendo que examinamos un niño que nació el dos de julio de 1989, el número entero es 1989 y el decimal que encontramos en la intersección del día 2 con el mes de julio, es 499; entonces, el número hallado es 1989,499. Ahora debe ser realizada la sustracción de la fecha decimal de nacimiento de la fecha decimal del día de hoy. En ese ejemplo,  $2003,953 - 1989,499 = 14,46$  años, que es la edad decimal del niño

## **TÉCNICA ANTROPOMÉTRICA Y PROTOCOLOS DE PERFIL ANTROPOMÉTRICO**

La técnica antropométrica es sencilla y económica, ya que no requiere de material costoso, pero si necesita de un evaluador capacitado. La fiabilidad del trabajo a realizar va a depender de la habilidad del antropometrista, de su rigor y conocimiento teórico práctico en la toma de las medidas. Es fundamental la estandarización del protocolo para que puedan ser comparables los resultados. En

esta área trabajan biólogos, médicos del deporte, profesores de educación física, nutricionista, enfermeras, así como técnicos en antropometría.

The Internacional Society of the Advances of Kinantropometry (ISAK), la sociedad internacional de avances de cine-antropometría divide el perfil antropométrico en dos esquemas de estudios, uno de técnicas antropométricas restringido y otro para un perfil más completo. La referencia de la metodología recomendada por el ISAK es la de Ross y Marfell Jones, de 1991.

El perfil antropométrico restringido se compone de 17 dimensiones antropométricas:

- Peso
- Estatura
- Ocho pliegues cutáneos: tríceps, subescapular, bíceps, ileocrestal, supraespinal, abdominal, muslo anterior y pierna medial
- Cinco perímetros (circunferencias): brazo relajado, brazo flexionado y contraído, cintura, cadera, pierna (máxima)
- Dos diámetros óseos: húmero y fémur

El perfil antropométrico completo se compone de treinta y nueve dimensiones:

- Peso
- Estatura
- Ocho pliegues cutáneos: tríceps, subescapular, bíceps, ileocrestal, supraespinal, abdominal, muslo anterior y pierna medial

- Trece perímetros (circunferencias): cabeza, cuello, brazo relajado, brazo flexionado y contraído, antebrazo, muñeca, tórax (mesoesternal), cintura, cadera, muslo (un centímetro por debajo del pliegue glúteo), muslo (punto medio entre trocánter y tibia lateral), pierna (máxima) y tobillo
- Seis diámetros óseos: biacromial, biileocrestal, transverso del tórax, anteroposterior del tórax, húmero y fémur
- Diez longitudes de segmentos: acromion-radial, radial-estiloideo, medioestiloideo-actíleo, altura ileoespinal, altura trocantérica, trocánter-tibial lateral, altura tibial lateral, tibial lateral maléolo medial tibial, longitud del pie y talla sentada

Para la descripción detallada de la técnica de medición, de las normas generales a tener en cuenta, así como del material antropométrico a utilizar para las diferentes mediciones se recomienda consultar (63) (62).

A continuación presentamos algunos ejemplos.

### **Protocolo de Jackson y Pollock (1985)**

Son utilizados principalmente para el trabajo con la población, pero también en ocasiones para el trabajo con grupos deportivos a partir de los 18 años de edad, para ambos sexos. Cuando la utilizamos en deporte, empleamos el método de los siete pliegues. Este protocolo debe ser relacionado con el protocolo de Yuhaz-Faulkner de pliegues cutáneos, que es uno de las más utilizados en alto rendimiento Para verificar las fórmulas de Jackson y Pollock para ambos sexos y

para los métodos de 3 y 7 pliegues consultar la obra de estos autores, de 1985. En el sexo masculino, entre los 18 y los 61 años, se utilizan los pliegues cutáneos de:

- Método de siete pliegues: torácico, axilar medio, tricípital, subescapular, abdominal, suprailíaco y muslo medio.

- Método de tres pliegues: tricípital, suprailíaco y muslo medio.

Las fórmulas son las siguientes:

- Jackson y Pollock de tres pliegues (18 – 61 años):  $[(4,95/(1,109380-0,0008267^* (\text{pliegue torácico} + \text{pliegue abdominal} + \text{pliegue del muslo}) + 0,0000016^* (\text{pliegue torácico} + \text{pliegue abdominal} + \text{pliegue del muslo})^2 - 0,0002574^* \text{edad})] - 4,50) * 100.$

- Jackson y Pollock de siete pliegues (18 – 61 años)  $[(4,95/ (1,112-0,00043499^* (\text{pliegue torácico} + \text{pliegue axilar media} + \text{pliegue tricípital} + \text{pliegue subescapular} + \text{pliegue abdominal} + \text{pliegue suprailíaco} + \text{pliegue del muslo}) + 0,00000055^* (\text{pliegue torácico} + \text{pliegue axilar medio} + \text{pliegue tricípital} + \text{pliegue subescapular} + \text{pliegue abdominal} + \text{pliegue suprailíaco} + \text{pliegue del muslo})^2 - 0,00028826^* \text{edad})] - 4,50) * 100.$

- En el sexo femenino, entre los 18 y los 55 años se utilizan los pliegues cutáneos de:

- Método de siete pliegues: torácico, axilar medio, tricípital, subescapular, abdominal, suprailíaco y muslo medio.

- Método de los tres pliegues: tricípital, suprailíaco y muslo medio.

Las fórmulas son las siguientes:

- Jackson y Pollock de tres pliegues (18 – 55 años):  $(4,95 / (1,0994921 - 0,0009929 * (\text{pliegue tricipital} + \text{pliegue suprailíaca} + \text{pliegue del muslo}) + 0,0000023 * (\text{pliegue tricipital} + \text{pliegue suprailíaca} + \text{pliegue del muslo})^2 - 0,0001392 * \text{edad})) - 4,5) * 100$ .

- Jackson y Pollock de siete pliegues (18 – 55 años):  $[(4,95 / (1,0970 - 0,00046971 * (\text{pliegue torácico} + \text{pliegue abdominal} + \text{pliegue del muslo} + \text{pliegue tricipital} + \text{pliegue subescapular} + \text{pliegue suprailíaco} + \text{pliegue axilar medio}) + 0,00000056 * (\text{pliegue torácico} + \text{pliegue abdominal} + \text{pliegue de muslo} + \text{pliegue tricipital} + \text{pliegue subescapular} + \text{pliegue suprailíaco} + \text{pliegue axilar medio})^2 - 0,00012828 * \text{edad})] - 4,5) * 100$ .

### **Ecuaciones de Deuremberg (1990, en Petrowsky, 2003)**

Para estimar el porcentaje de grasa corporal en niños y adolescentes.

Niños blancos y negros:

- Prepuberal: porcentaje de G =  $26,56 (\text{BI} + \text{TR} + \text{SE} + \text{SI}) \log 10 - 22,23$
- Puberal: porcentaje de G =  $18,70 (\text{BI} + \text{TR} + \text{SE} + \text{SI}) \log 10 - 11,91$
- Postpuberal: porcentaje de G =  $18,88 (\text{BI} + \text{TR} + \text{SE} + \text{SI}) \log 10 - 15,58$

Niñas blancas:

- Prepuberal: porcentaje de G =  $29,85 (\text{BI} + \text{TR} + \text{SE} + \text{SI}) \log 10 - 25,87$
- Puberal: porcentaje de G =  $23,94 (\text{BI} + \text{TR} + \text{SE} + \text{SI}) \log 10 - 18,89$
- Postpuberal: porcentaje de G =  $39,02 (\text{BI} + \text{TR} + \text{SE} + \text{SI}) \log 10 - 43,49$

- Pliegues cutáneos: BI = bíceps; TR = tríceps; SE = subescapular; SI = suprailíaco y  $\log_{10}$  = logaritmo de 10.

### **Petrowsky (2003)**

Podemos encontrar una extensa cantidad de ecuaciones de utilidad para la predicción del porcentaje de grasa para varios grupos etarios y para ambos sexos. En Canda y Esparza (1999) están expuestas otras ecuaciones de composición corporal, que son las siguientes:

### **Durmin y Womerley (1974)**

Para cada sexo se determinan cinco ecuaciones por rangos etarios y una sexta que engloba todas las edades (17 a 72 años en hombres y 16 a 68 en mujeres). Solo la última es presentada: - Hombres:  $DC = 1,1765 - 0,0744 \times \log(x) -$   
Mujeres:  $DC = 1,1567 - 0,0717 \times \log(x)$  Donde "x" es la suma de los pliegues del bíceps, del tríceps, subescapular e suprailíaco, expresada en milímetros.

Otras dos fórmulas aplicadas en el deportes son:

### **Forsyth y Sinning (1973)**

Para edades comprendidas entre 19 y 22 años para el sexo masculino. En su artículo son citadas hasta diez ecuaciones diferentes, la más conocida:

- Hombres:  $DC = 1,10300 - (0,00168 \times \text{pliegue subescapular}) - (0,0127 \times \text{pliegue abdominal})$

### **Withers y colaboradores (1987)**

Rango etario entre los 15,4 a 39,1 años para hombres y 11,2 a 41,1 años para mujeres. Son presentadas diferentes ecuaciones para la muestra total y para deportes de equipo. Son recomendadas por los autores:

- Hombres:  $DC = 1,0988 - 0,0004 \times (\text{símbolo que representa multiplicar})$  para diferenciar de "X" que será la sumatoria. Donde "x" es la suma de siete pliegues cutáneos: tríceps, bíceps, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo anterior y pierna media, expresada en milímetros.

- Mujeres:  $DC = 1,17484 - 0,07229 \times (\text{símbolo que representa multiplicar})$  para diferenciar de "X" que será la sumatoria ( $\log x$ ). Donde "x" es la suma de cuatro pliegues cutáneos: tríceps, subescapular, supraespinal y pierna media, expresada en milímetros.

Una vez obtenida la DC se calcula el porcentaje de grasa por la fórmula de Siri (1956):

- Porcentaje de G =  $100 \times (4,950 / DC - 4,500)$

## Protocolo de Yuhasz

En el deporte de alto rendimiento, es una de las fórmulas más utilizadas. Se obtiene mediante dos métodos diferentes, uno de cuatro pliegues cutáneos y otro de seis pliegues.

El Yuhasz de cuatro pliegues está conformado por: subescapular, tríceps, abdominal y supraespinal, para ambos sexos. Se aplican fórmulas diferentes para cada sexo, que vienen definidas de la siguiente forma:

- Masculino =  $(\Sigma 4 \text{ pliegues} \times 0,153) + 5,783$

- Femenino =  $(\Sigma 4 \text{ pliegues} \times 0,213) + 7,9$

La otra fórmula del Yuhasz, es por la sumatoria de seis pliegues, los cuatro anteriores, más los pliegues cutáneos del muslo anterior y pierna medial.

Se obtienen de la siguiente forma:

- Masculino =  $(\Sigma 6 \text{ pliegues} \times 0,1051) + 2,583$

- Femenino =  $(\Sigma 6 \text{ pliegues} \times 0,1549) + 3,58$

El protocolo de Yuhasz de 4 pliegues es el más utilizado internacionalmente. El mismo no tiene contemplados los pliegues de los miembros inferiores, debido a esto y a su fórmula, el porcentaje de grasa corporal es mayor, y es menor el peso magro en kg, así como el índice AKS en comparación con el Yuhasz de 6 pliegues cutáneos.

En el protocolo de Yuhasz de 6 pliegues, se mantienen los 4 pliegues del protocolo anterior y se le adicionan los dos de los miembros inferiores descritos anteriormente. El porcentaje de grasa corporal es menor y el índice de AKS es mayor en comparación al Yuhasz de 4 pliegues.

Las fórmulas para obtener el porcentaje de grasa corporal en cada sexo difieren para cada una. Personalmente nos gusta valorar al deportista utilizando comparativamente ambos protocolos.

En el modelo de cuatro componentes de la composición corporal es utilizado el Yuhasz de 4 pliegues

## **MODELO DE CUATRO COMPONENTES DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL**

El modelo de cuatro componentes nos ofrece una información muy valiosa y es muy utilizado en diferentes instituciones de prestigio. El modelo de cuatro componentes de la composición corporal está conformado por: componente de grasa, componente óseo, componente residual y componente muscular.

A continuación exponemos cómo se obtienen cada uno de los componentes:

- Componente de grasa: Se utiliza generalmente la fórmula de Yuhasz de 4 pliegues cutáneos para cada sexo, presentada antes.

Porcentaje de grasa: Fórmula

- Hombres:  $(\Sigma 4 \text{ pliegues} \times 0,153) + 5,783$

- Mujeres:  $(\Sigma 4 \text{ pliegues} \times 0,213) + 7,9$

Peso grasa:  $(\text{peso total} \times \% \text{ de grasa})/100$

- Componente óseo:

Peso óseo: fórmula de Von Döbelen modificada por Rocha:  $3,02 \times (\text{estatura})^2 \times (\text{diámetro biestiloideo de la muñeca}) \times (\text{diámetro biepicondíleo del fémur}) \times (400)$  elevado al 0,712 Medidas en metros

- Componente residual:

Peso residual: fórmula de Wurch

- Hombres:  $\text{peso total} \times 0,241$

- Mujeres:  $\text{peso total} \times 0,209$

- Componente muscular:

Peso muscular: derivado de la fórmula de Matiegka =  $\text{peso total} - (\text{peso de grasa} + \text{peso óseo} + \text{peso residual})$

## **PROPORCIONALIDAD: MODELO PHANTOM**

En la medicina del deporte se habla de un perfil de proporcionalidad diferente, según la modalidad deportiva, la posición de juego, la categoría, el estilo competitivo, entre otros aspectos, sobre todo, a nivel de alto rendimiento. La proporcionalidad es utilizada para comparar atletas de diferentes superficies

corporales, edades, sexo y sistemas de entrenamiento, y también es aplicable en estudios de crecimiento y maduración.

La proporcionalidad se encarga de estudiar el mayor o menor desarrollo de las dimensiones corporales y las relaciones entre los diferentes segmentos del cuerpo. El perfil de proporcionalidad de cada individuo depende de su carga genética y de la adaptación de los diferentes tejidos y sistemas corporales del entrenamiento, hábitos nutricionales y estados de salud (62).

Uno de los métodos más utilizados en el estudio de la proporcionalidad de las variables antropométricas es el método Phantom propuesto por Ross y Wilson en 1974 (54). Estos recopilan datos antropométricos obtenidos por diferentes autores realizando la media y la desviación estándar para cada variable creando así un modelo de referencia, al que denominaron Phantom (individuo imaginario). Al realizar el análisis de proporcionalidad de un individuo comparamos los datos con los datos del modelo. Este método se basa en una fórmula estadística de puntuación típica, denominada "Z". La puntuación típica

"Z" es una medida de dispersión y es igual al valor de la variable del sujeto menos la media de la población dividida por la desviación estándar poblacional.

Para este estudio se sustituyen los datos de la población por los modelos Phantom, también se hace una corrección respecto a la talla (170,18 / estatura), ajustándose cada variable a la misma escala geométrica mediante una

exponencial (uno si es longitudinal, dos si es superficie o área y tres si es volumen).

-  $Z = 1 / s \times (v \times (170, 18/h) d - P)$  donde:

- Z: el valor de la variable transformada en el Phantom
- s: desviación estándar que propone el modelo para la variable estudiada
- v: valor obtenido de la variable estudiada
- h: valor obtenido para la estatura
- 170,18: constante de proporcionalidad para la estatura en el modelo Phantom
- d: exponente dimensional que permite la linealización de las variables
- P: medida del Phantom para la variable estudiada

Cabe destacar que un valor positivo de Z para una variable evaluada nos confirma un desarrollo proporcional mayor de la misma en relación al modelo. Por el contrario, si el valor fuera negativo entonces nos indicará un menor desarrollo. Los valores de las Z de las variables antropométricas pueden representarse a través de un gráfico donde se logra realizar la valoración del perfil de proporcionalidad. En la tabla III se presenta dicho modelo.

### ***Bioimpedancia eléctrica***

Está basada en la respuesta conductiva a una corriente eléctrica aplicada al cuerpo, de la cual son responsables los fluidos y electrolitos que lo componen. La utilización de dicho método para la determinación de la masa grasa es muy controversial.

**TABLA III. Medidas antropométricas del modelo Phantom.**

<b>Variables</b>	<b>P</b>	<b>s</b>	<b>Variables</b>	<b>P</b>	<b>s</b>
<b>Alturas y longitudes</b>			<b>Perímetros</b>		
Estatura	170,18	6,29	Cefálico	56,00	1,44
Altura acromial	139,37	5,45	Cuello	34,91	1,73
Altura ilioespinal	94,11	4,71	Mesoesternal (torácico)	87,86	5,18
Altura trocantérica	86,32	4,32	Cintura	71,91	4,45
Altura tibial	44,82	2,56	Abdominal	79,06	6,95
Trococefálica	89,92	4,50	Cadena	94,67	5,58
Envergadura	172,35	7,41	Brazo relajado	26,89	2,33
Longitud de las extremidades superiores	75,95	3,64	Brazo contraído	29,41	2,37
Longitud del brazo (acromio-radial)	32,53	1,77	Antebrazo	25,13	1,41
Longitud del antebrazo (radial-estilóide)	24,57	1,37	Puño (biestilóide)	16,35	0,72
Longitud de la mano (estilóide-dactíleo)	18,85	0,85	Muslo (1 cm del pliegue inguinal)	55,82	4,23
Longitud del músculo (trocanter-tibial)	41,37	2,48	Pierna	35,25	2,30
Longitud de la pierna (parte inferior hasta el cóndilo interno de rótula)	37,72	2,15	Tobillo	21,71	1,33
Longitud del pie	25,50	1,16			
<b>Dímetros</b>			<b>Pliegues de grasa</b>		
Biacromial	38,04	1,92	Tríceps	15,4	4,47
Transverso del tórax	27,92	1,74	Bíceps	8,0	2,00
Antero-posterior del tórax	17,50	1,38	Subescapular	17,2	5,07
Biliocrestal	28,84	1,75	Pectoral	11,8	3,27
Biepicondiliano humeral	6,48	0,35	Supra-ilíaca	22,4	6,80
Biestilóideo	5,21	0,28	Supra-espinal	15,4	4,47
Transverso de la mano	8,28	0,50	Abdominal	25,4	7,78
Biepicondiliano del fémur	9,52	0,48	Muslo anterior	27,0	8,33
Bimaleolar	6,68	0,36	Pierna medial	16,0	4,67
Tranverso del pie	10,34	0,65			
<b>Masas</b>					
Peso total	64,58	8,60			
Masa ósea	10,49	1,57			
Masa muscular	25,55	2,99			
Masa residual	16,41	1,90			
Masa de grasa corporal	12,13	3,25			

## **CAPITULO III**

### **MATERIALES Y METODOS**

#### **OBJETIVOS**

Determinar el efecto del entrenamiento precompetitivo en los atletas del grupo ruta 42.

Medir la variación del IMC, ICC, porcentaje de grasa corporal total y masa muscular total en el grupo de atletas en estudio.

## HIPOTESIS

Con el programa de entrenamiento precompetitivo lograremos disminuir el IMC, ICC, porcentaje de grasa corporal total y aumentaremos el porcentaje de masa muscular total en deportistas del grupo ruta 42.

## MUESTRA.

La muestra fue calculada por el método UNMATCHED CASE-CONTROL STUDY (COMPARISON OF ILL AND NOT ILL), con un nivel de confianza de 95 % con poder del 80%

### Unmatched Case-Control Study (Comparison of ILL and NOT ILL)

Two-sided confidence level:

Power:  %

Ratio of controls to cases:

Percent of controls exposed:  %

Odds ratio:

Percent of cases with exposure:  %

	Kelsey	Fleiss	Fleiss w/ CC
Cases	63	62	72
Controls	63	62	72
Total	126	124	144

Nivel de significación del 95%, como estándar internacional

Potencia: 80%, al ser mediciones mediante cuestionario y tomas de peso, talla y pliegues, esperamos una medición correcta en más del 80% de los participantes en el estudio

Al ser un estudio de casos controles pareados con mediciones antes después, la relación casos controles es 1, cada individuo es su propio control.

Porcentaje de controles expuestos: se refiere al porcentaje de individuos que antes del entrenamiento ya tenían una composición corporal dentro de lo esperado para un atleta aficionado.

Porcentaje de casos con exposición: se refiere al porcentaje de individuos que luego del entrenamiento tienen una antropometría con valores menores a la medición inicial.

#### **OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.**

<b>VARIABLE</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>ESCALA</b>
ANTROPOMETRIA	PLIEGUES CUTANEOS MIDE EL EXCESO DE TEJIDO ADIPOSO SUBCUTANEO	Medimos en unas zonas determinadas el espesor del pliegue de la piel, es decir una doble capa de piel y tejido adiposo subyacente, evitando siempre incluir el músculo. Se mide en mm.
	PERIMETROS Son medidas de circunferencias del	Se miden en cm

	cuerpo humano	
	<p><b>AMPLITUDES</b></p> <p>Es la distancia tomada en proyección, entre dos puntos anatómicos</p>	Se mide en cm
<b>PESO</b>	Medición de peso total	Se mide en kg
<b>TALLA</b>	<p>Medición de estatura:</p> <p>Es la distancia entre el vértex y las plantas de los pies</p>	En cm
<b>COMPOSICION CORPORAL</b>	Datos obtenidos en la antropometría	Cálculos mediante formulas
<b>INDICE DE MASA CORPORAL</b>	Estima para cada persona, a partir de su estatura y de su peso, su grado de obesidad	División del peso del sujeto en kilogramos, por el cuadrado de su estatura expresada en metros
<b>INDICE CINTURA-CADERA</b>	Se obtiene midiendo el perímetro de la cintura a la altura de la última costilla flotante, y el perímetro máximo de la cadera a nivel de los	División el perímetro de la cintura de una persona por el perímetro de su cadera.

	glúteos; es indicativo de riesgo cardiovascular	
PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL TOTAL	Determinar el rango al que corresponde una persona mediante la correlación de peso, talla, sexo y edad según tablas preestablecidas y de allí calcular el índice de masa corporal.	Antropometría
PORCENTAJE DE MASA MUSCULAR MAGRA	determinar el rango al que corresponde una persona mediante la correlación de peso, talla, sexo y edad según tablas preestablecidas y de allí calcular el índice de masa muscular magra	Antropometría

## PLAN DE ANALISIS

Mediante la función estadística de Excel se procesaron los datos para obtener el porcentaje de grasa corporal (%GC) mediante la fórmula de Faulkner ( $4 \text{ PC} + t + se + si + ab$ )  $\cdot 0.153 + 5.783$ ) y el índice de masa corporal IMC. Mientras que para el análisis de las variables se realizó por medio de Chi Cuadrado de Mc Nemar's Test considerando significativo  $p < 0.05$ .

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

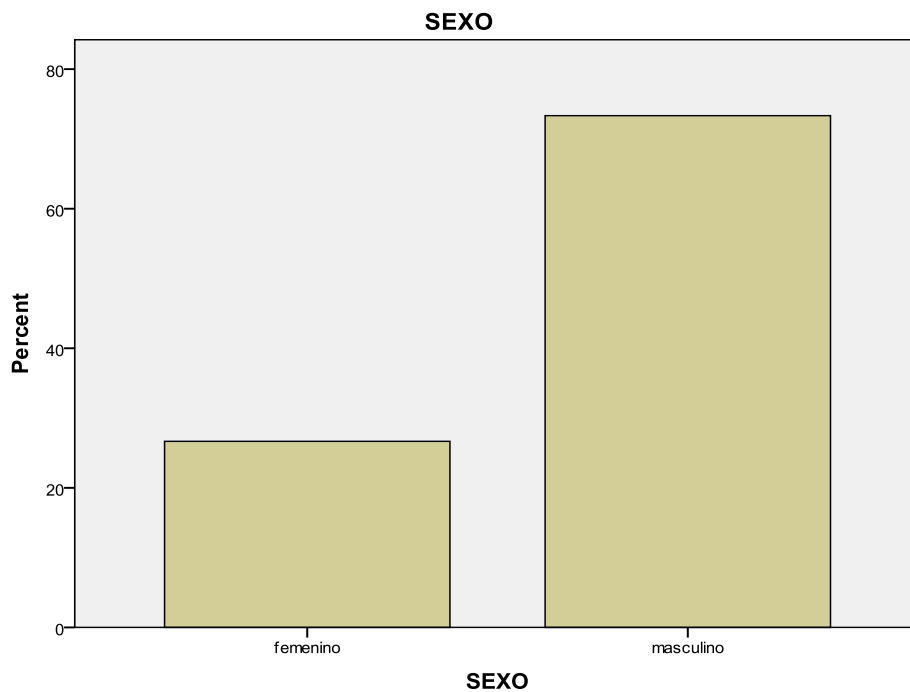
#### Análisis Estadístico Univariado

**TABLA 1. Distribución de población según sexo en grupo de estudio RUTA 42 de la ciudad de Quito**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válidos	Porcentaje acumulado
Femenino	24	26,7	26,7	26,7
Masculino	66	73,3	73,3	100,0
Total	90	100,0	100,0	

Datos obtenidos en las antropometrías

**GRAFICO 1. Distribución de población según sexo en grupo de estudio RUTA 42 de la ciudad de Quito**



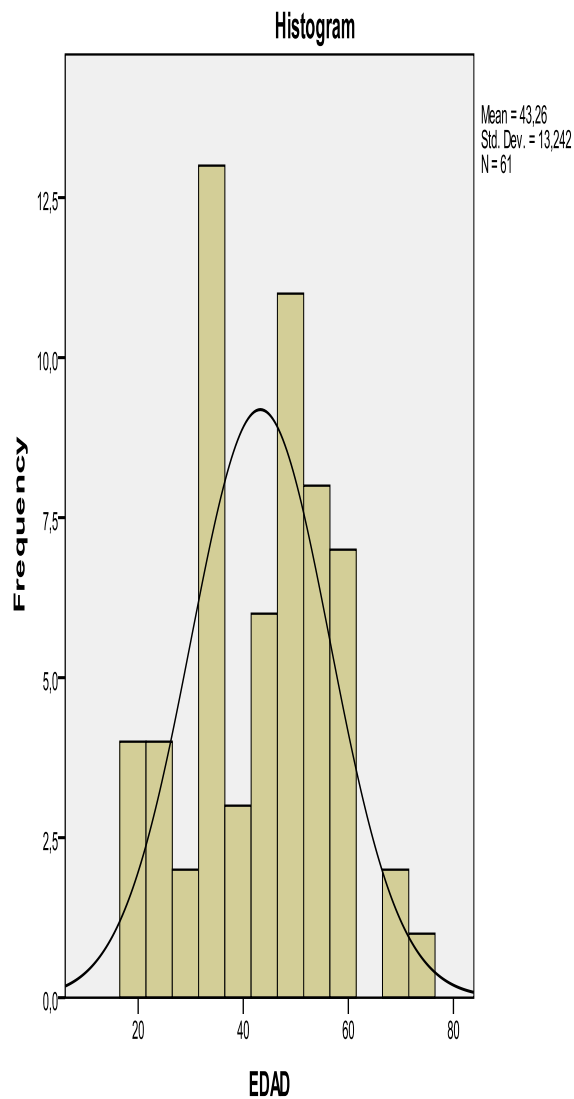
Se puede observar, en la tabla y grafico anteriores, que las  $\frac{3}{4}$  partes de los participantes son de sexo masculino.

**TABLA 2. Distribución de población según Edad en grupo de estudio RUTA 42 de la ciudad de Quito**

N	Validos	61
	Perdidos	0
Media		43,26
Error Estándar de la media		1,696
Mediana		44,00
Moda		36 <sup>a</sup>
Desviación Estándar		13,242
Varianza		175,363
Asimetría		-,018
Error estándar de la Asimetría		,306
Curtosis		-,554
Error Estándar de la Curtosis		,604
Rango		56
Mínimo		19
Máximo		75
Percentiles	25	33,50
	50	44,00
	75	53,00

Datos obtenidos en las antropometrías

**GRAFICO 2. .**  
**población**  
**grupo de**  
**de la ciudad de**



**Distribución de**  
**según Edad en**  
**estudio RUTA 42**  
**Quito**

En la tabla y gráfico anteriores, se puede observar que la edad de los participantes del estudio es en promedio 43,26 +/- 1,696 años, siendo la persona más joven un hombre de 19 años, mientras que el que más edad tiene es una persona de 75 años, esto equivale a un rango de 56 años; dentro de los cuales el 25% son personas menores a 33,5 años, el 50% está entre los 33,5 y los 53 años, y un 25% es mayor a 53 años. Aunque la distribución de las edades de los participantes parece estar centrada, presenta un sesgo de -0,018, y como se puede observar en el histograma, los datos están concentrados mayormente alrededor de la media.

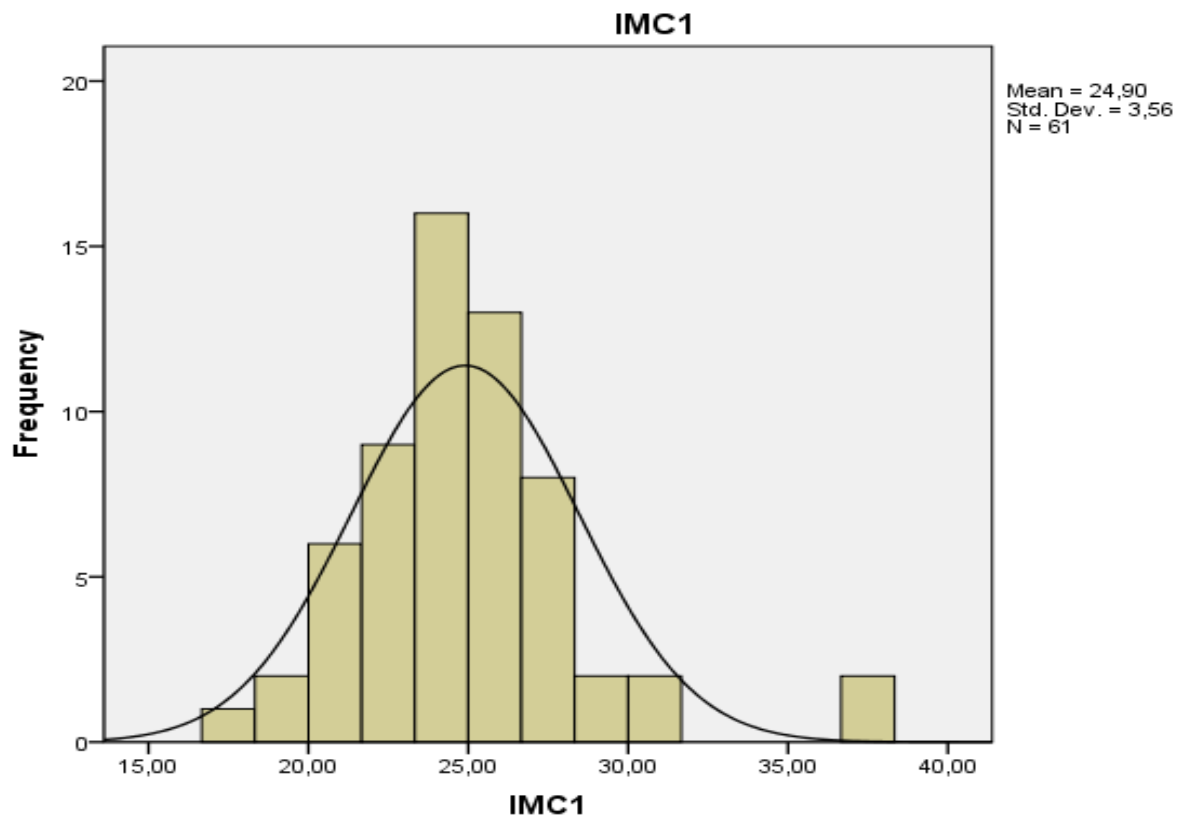
**TABLA 3. Comparación de Índice de Masa Corporal en tres mediciones en el grupo de estudio RUTA 42 de la ciudad de Quito**

		IMC1	IMC2	IMC3
N	Validos	61	61	61
	Perdidos	0	0	0
Media		24,9016	24,8034	24,6226
Error Estándar de la media		,45577	,40673	,40185
Mediana		24,7000	24,7000	24,7000
Moda		23,40	27,30	26,00
Desviación Standard		3,55970	3,17664	3,13854
Varianza		12,671	10,091	9,850
Asimetría		1,174	,637	,393
Error estándar de la asimetría		,306	,306	,306
Curtosis		3,052	1,445	,751
Error estándar de la curtosis		,604	,604	,604
Rango		19,00	18,00	17,00
Mínimo		18,00	17,00	17,10
Máximo		37,00	35,00	34,10
Percentiles	25	23,0000	22,6500	22,5000
	50	24,7000	24,7000	24,7000
	75	26,6000	26,6500	26,4500

Datos obtenidos en las antropometrías

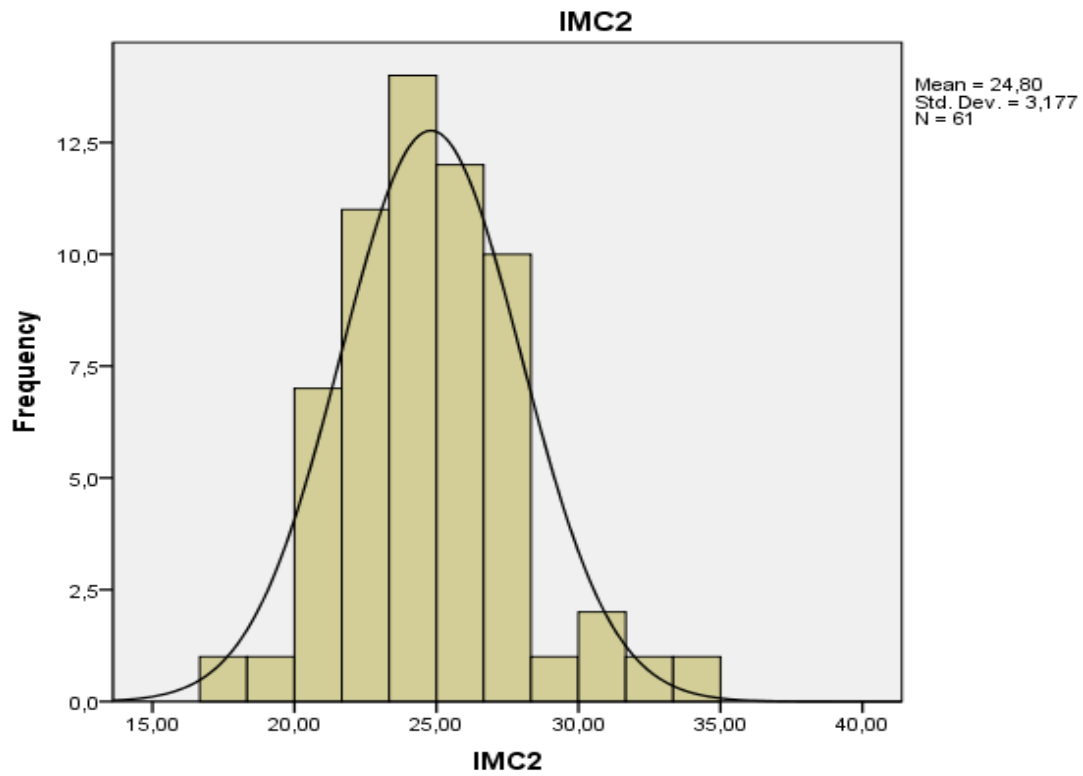
**GRAFICO 3. Índice de Masa Corporal (IMC), primera toma en el grupo de estudio**

**Ruta 42 de la ciudad de Quito**



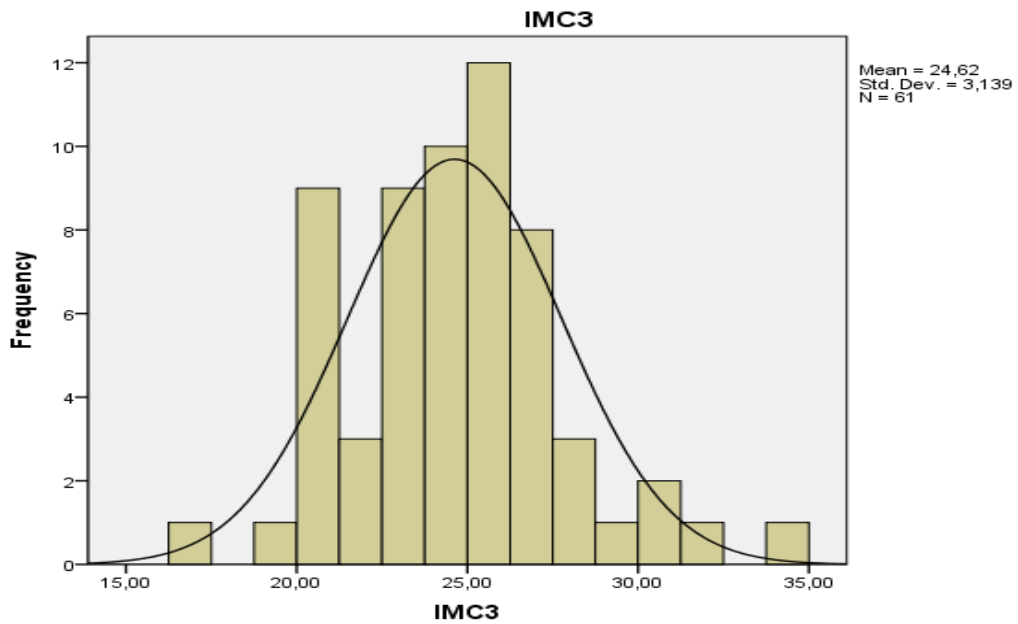
**GRAFICO 4. Índice de Masa Corporal (IMC), segunda toma en el grupo de estudio**

**Ruta 42 de la ciudad de Quito**

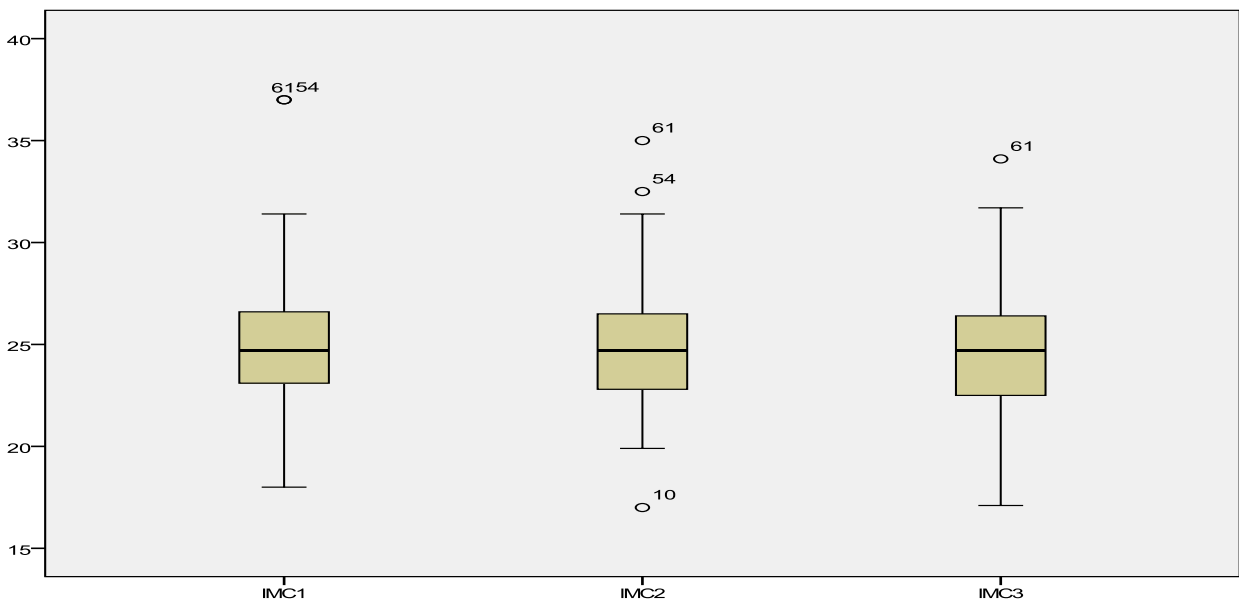


**GRAFICO 5. Índice de Masa Corporal (IMC), tercera toma en el grupo de estudio**

**Ruta 42 de la ciudad de Quito**



**GRAFICO 6. Comparación del Índice de Masa Corporal (IMC), en tres mediciones en el grupo de estudio Ruta 42 de la ciudad de Quito**



En la variable de Índice de Masa Corporal, analizamos las tres tomas de datos, las medias están alrededor de  $24 \pm 0,40$ ; y tienen la misma mediana, 24,7, la varianza de los datos oscila entre 3,56 y 3,14. El rango de datos desde la primera muestra hasta la tercera disminuye en dos puntos de IMC.

A continuación, se observa los gráficos: histogramas y gráficos de cajas de la variable IMC en sus tres mediciones.

Se observa que existe una diferencia (varianza) menor al interior del grupo de individuos estudiados a partir de la intervención (entrenamiento deportivo), ya que se tienden a homogeneizar los valores de IMC dejando de lado los valores extremos y agrupándose mayormente hacia la media.

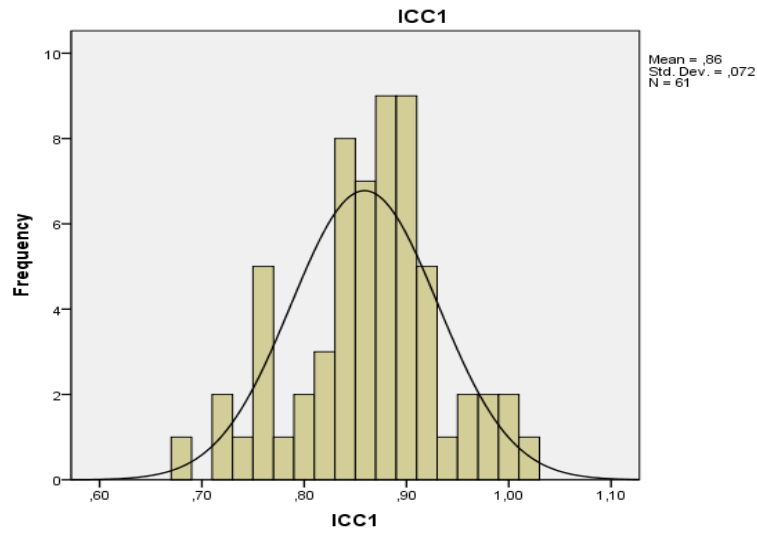
**TABLA 4. Comparación de Índice de Cintura - Cadera en tres mediciones, en el grupo de estudio Ruta 42 de la ciudad de Quito**

		ICC1	ICC2	ICC3
N	Validos	61	61	61
	Perdido	0	0	0
Media		,8590	,8633	,8502
Error Estándar de la Media		,00919	,01027	,00930
Mediana		,8700	,8600	,8500
Moda		,83	,83 <sup>a</sup>	,84
Desviación Estándar		,07180	,08018	,07263
Varianza		,005	,006	,005
Asimetría		-,292	,353	-,636
Error de la Asimetría		,306	,306	,306
Curtosis		-,021	2,696	,568
Error Estándar de Curtosis		,604	,604	,604
Rango		,33	,51	,36
Mínimo		,68	,64	,63
Máximo		1,01	1,15	,99
Percentiles	25	,8250	,8200	,8200
	50	,8700	,8600	,8500
	75	,9000	,9200	,9000

Datos obtenidos en las antropometrías

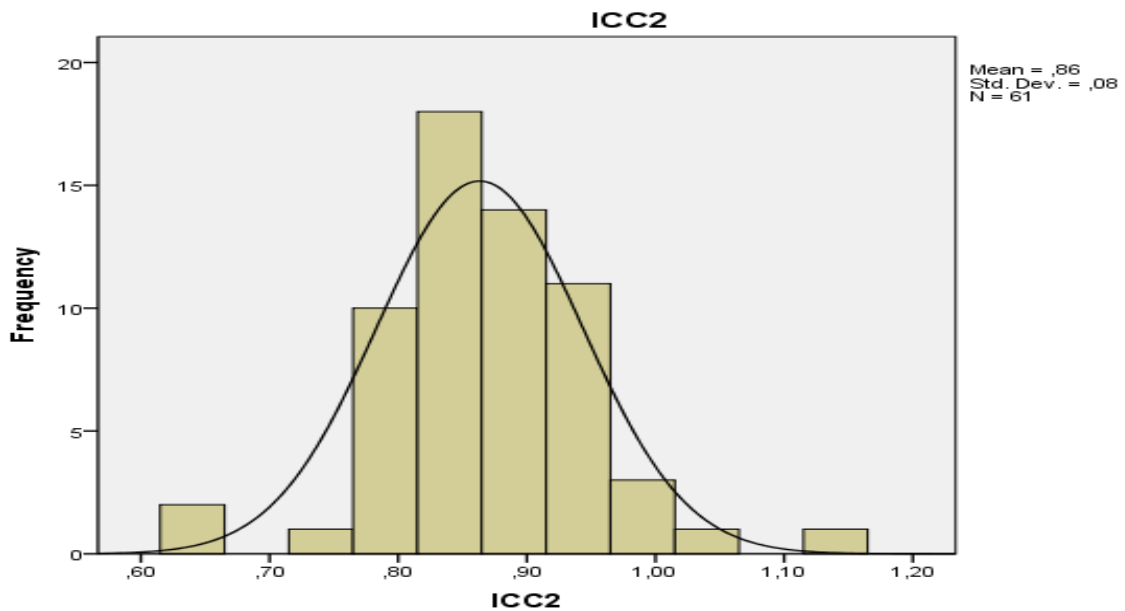
**GRAFICO 7. Índice de Cintura - Cadera primera medición, en el grupo de estudio**

**Ruta 42 de la ciudad de Quito**



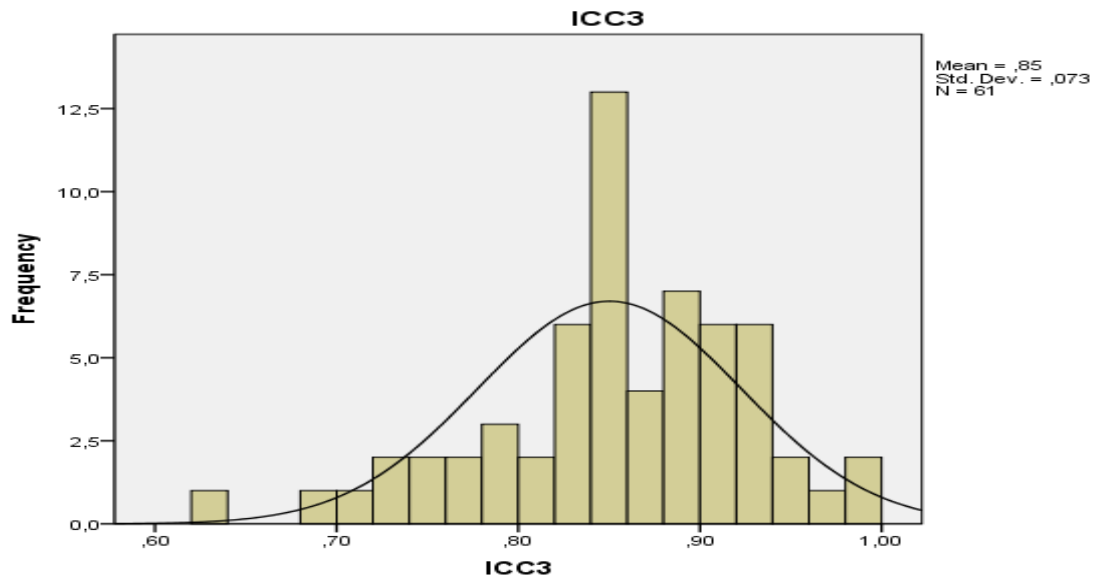
**GRAFICO 8. Índice de Cintura - Cadera segunda medición, en el grupo de estudio**

**Ruta 42 de la ciudad de Quito**



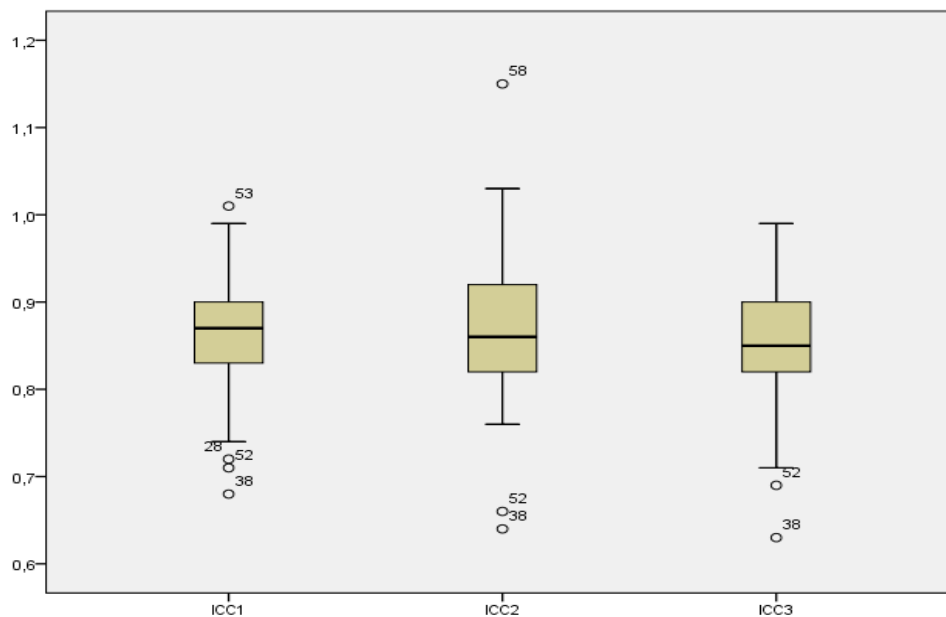
**GRAFICO 9. Índice de Cintura - Cadera tercera medición, en el grupo de estudio**

**Ruta 42 de la ciudad de Quito**



**GRAFICO 10. Comparación del Índice de Cintura - Cadera en 3 mediciones, en el**

**grupo de estudio Ruta 42 de la ciudad de Quito**



Los valores promedios observados en la tabla y gráficos anteriores, muestran que el Índice de Cintura-Cadera en las tres muestras varía entre  $0,8590 \pm 0,00919$  y  $0,8502 \pm 0,00930$  con un ligero incremento en la segunda toma de datos donde el promedio sube a  $0,8633 \pm 0,1027$ . De igual forma se aprecia que la variación de los datos presenta el mismo comportamiento, se observa en la tercera toma de datos un incremento de 0,03 respecto de la primera toma.

**Tabla 5. Comparación de Porcentaje de grasa corporal en tres mediciones en el grupo de estudio RUTA 42 de la ciudad de Quito**

		GRASA1	GRASA2	GRASA3
N	Validos	61	61	61
	Perdidos	0	0	0
Media		18,3233	16,8366	15,7893
Error Estándar de la Media		,85207	,65288	,61668
Mediana		16,8000	15,6000	15,3000
Moda		11,00 <sup>a</sup>	13,00 <sup>a</sup>	15,30
Desviación Estándar		6,65490	5,09918	4,81644
Varianza		44,288	26,002	23,198
Asimetría		1,128	,993	1,176
Error Estándar de la Asimetría		,306	,306	,306
Curtosis		,882	,720	1,314
Error estándar de la curtosis		,604	,604	,604
Rango		29,40	21,60	21,70
Mínimo		8,80	9,30	9,10
Máximo		38,20	30,90	30,80
Percentiles	25	13,8500	13,3000	12,2500
	50	16,8000	15,6000	15,3000
	75	21,5500	19,6000	17,6500

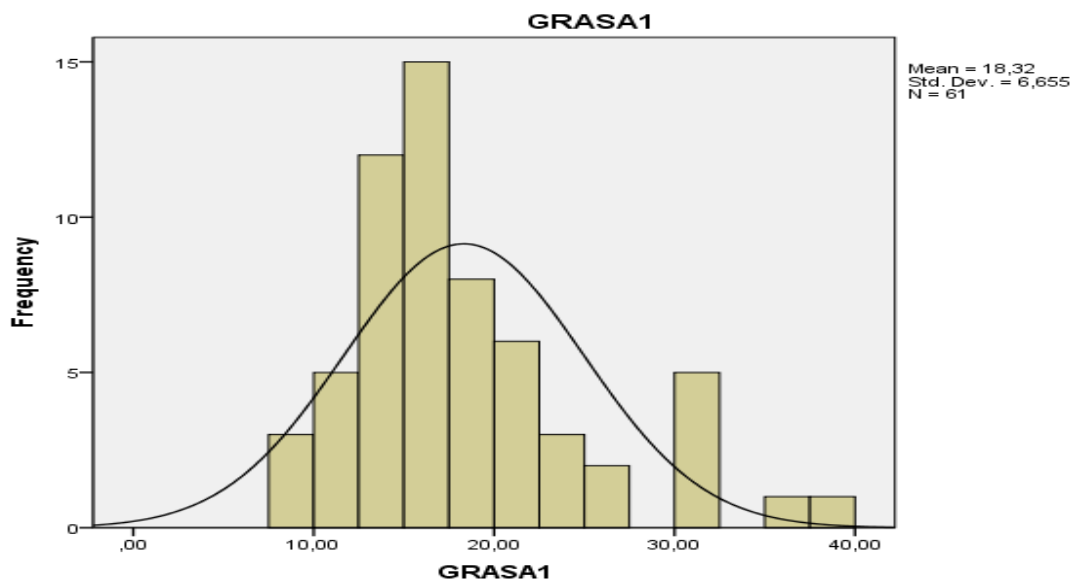
a. Existen múltiples modas. Se presenta el valor más pequeño

b. Datos obtenidos en las antropometrías.

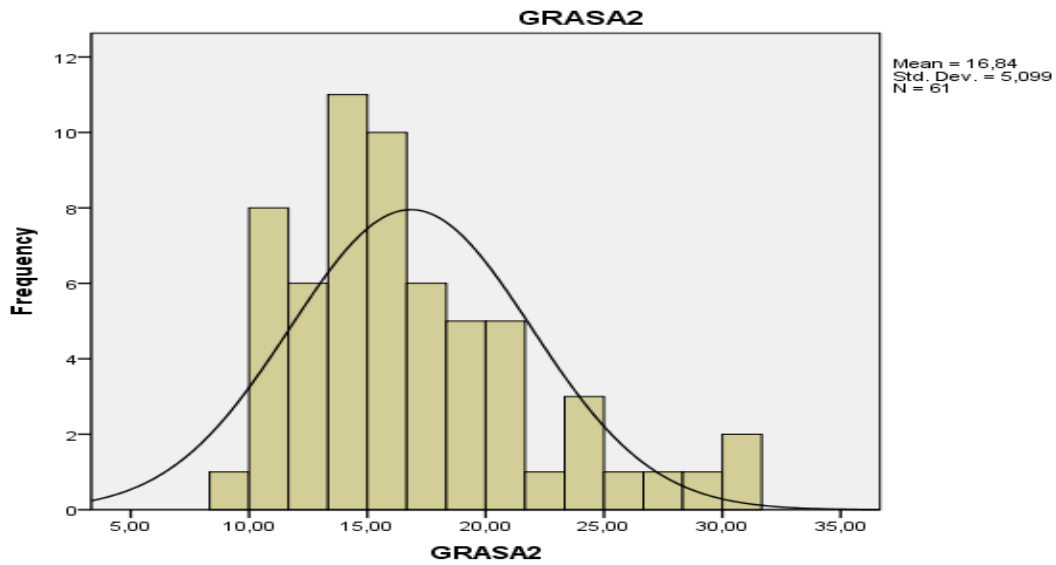
En lo que respecta a la variable porcentaje de grasa, se observa que en el promedio en la primera toma de datos corresponde a  $18,323 \pm 0,85207$ , y este promedio disminuye en la segunda toma y en la tercera donde se observa una media de  $15,7893 \pm 0,61668$ , a esto se añade que la varianza de la variable de la primera a la tercera medición se reduce en aproximadamente la mitad.

En los gráficos a continuación se observa que en lo que respecta a la primera toma de datos, la distribución está aproximadamente centrada y se asemeja a una distribución normal. Ya en la segunda y la tercera toma se observa que la distribución de los datos es sesgada a la izquierda, reflejando así lo que se observa en la tabla anterior, una disminución en las medidas generales.

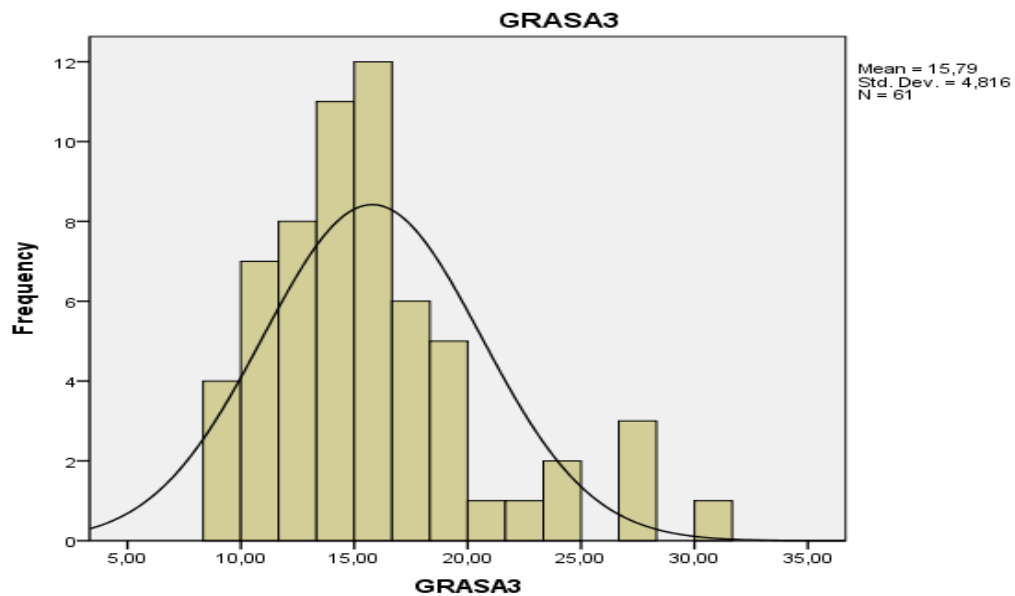
**GRAFICO 11. Porcentaje de grasa corporal. Primera medición en el grupo de estudio RUTA 42 de la ciudad de Quito**



**GRAFICO 12. Porcentaje de grasa corporal. Segunda medición en el grupo de estudio RUTA 42 de la ciudad de Quito**

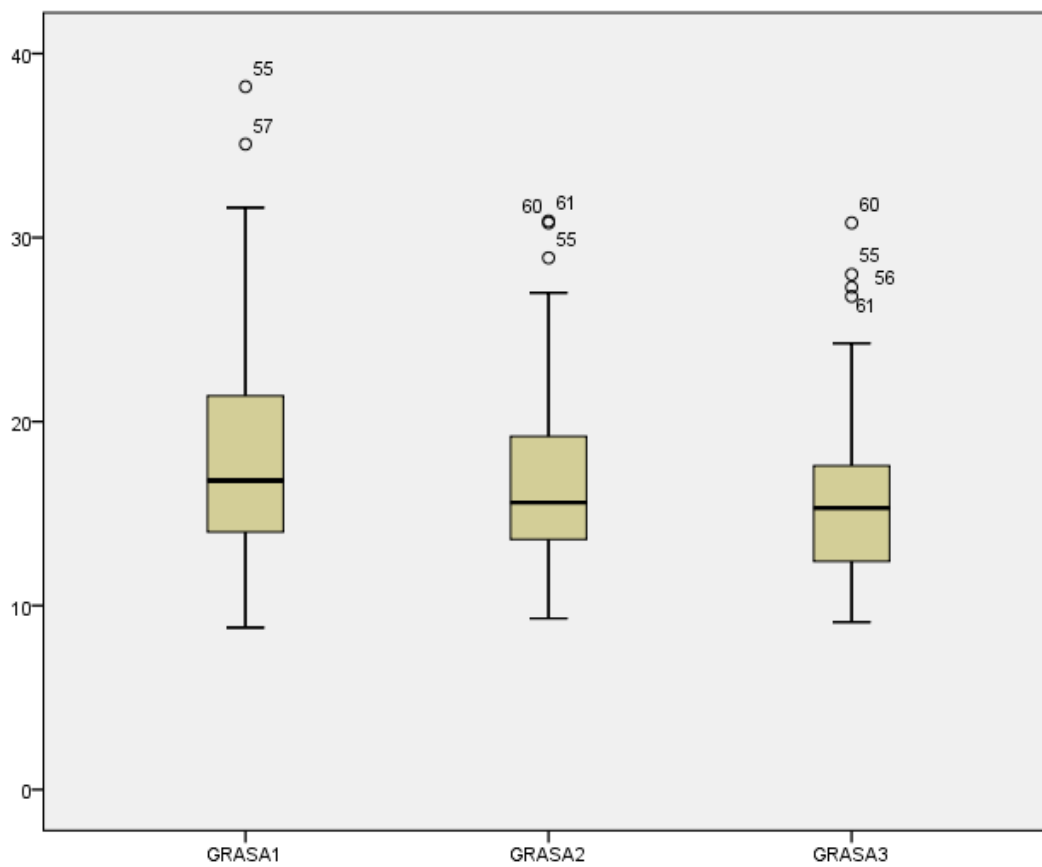


**GRAFICO 13. Porcentaje de grasa corporal. Tercera medición en el grupo de estudio RUTA 42 de la ciudad de Quito**



En las gráficas de cajas que se observan a continuación, se evidencia la disminución del rango de los datos, así como la disminución de concentración del 50% de los datos entre primer y tercer cuartil.

**GRAFICO 14. Comparación de Porcentaje de grasa corporal en tres mediciones en el grupo de estudio RUTA 42 de la ciudad de Quito**



**Tabla 6. Comparación de Porcentaje de Masa Muscular en tres mediciones en el grupo de estudio RUTA 42 de la ciudad de Quito**

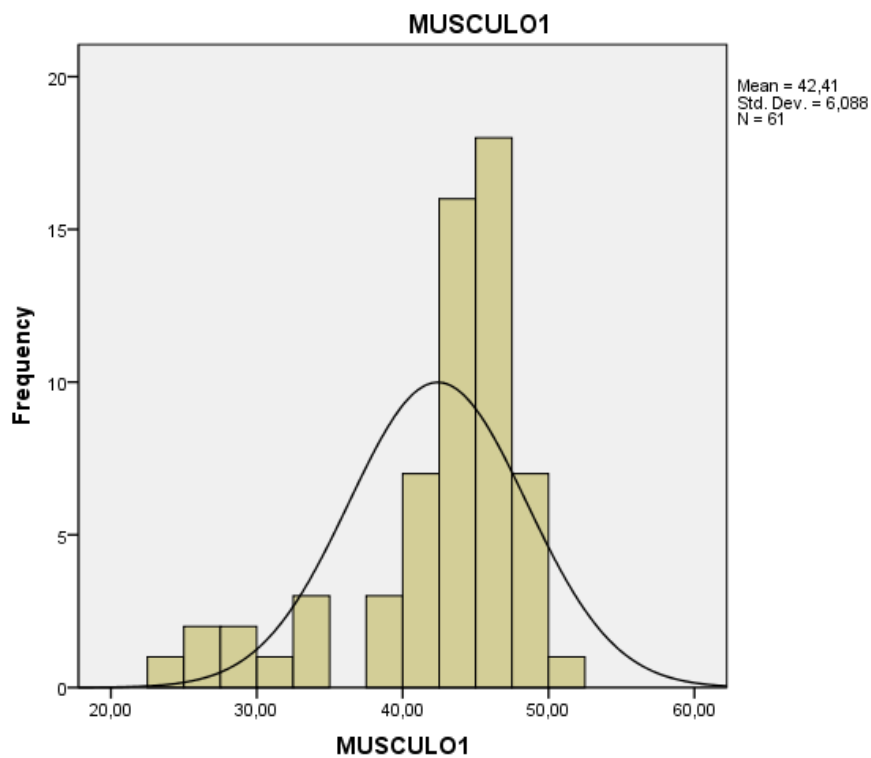
		MUSCULO1	MUSCULO2	MUSCULO3
N	Validos	61	61	61
	Perdido	0	0	0
Media		42,4089	43,7049	44,7033
Error Estándar de la media		,77950	,64719	,62023
Mediana		44,2000	44,7000	45,8000
Moda		42,10	44,60 <sup>a</sup>	45,20
Desviación Estándar		6,08809	5,05468	4,84414
Varianza		37,065	25,550	23,466
Asimetría		-1,491	-1,651	-1,956
Error estándar de la asimetría		,306	,306	,306
Curtosis		1,772	2,731	4,210
Error estándar de la curtosis		,604	,604	,604
Rango		27,09	23,00	24,50
Mínimo		24,21	27,00	26,80
Máximo		51,30	50,00	51,30
Percentiles	25	41,8000	42,7500	43,9000
	50	44,2000	44,7000	45,8000
	75	45,6500	46,9000	47,3000

a. Existen múltiples modas. Se presenta el valor más pequeño

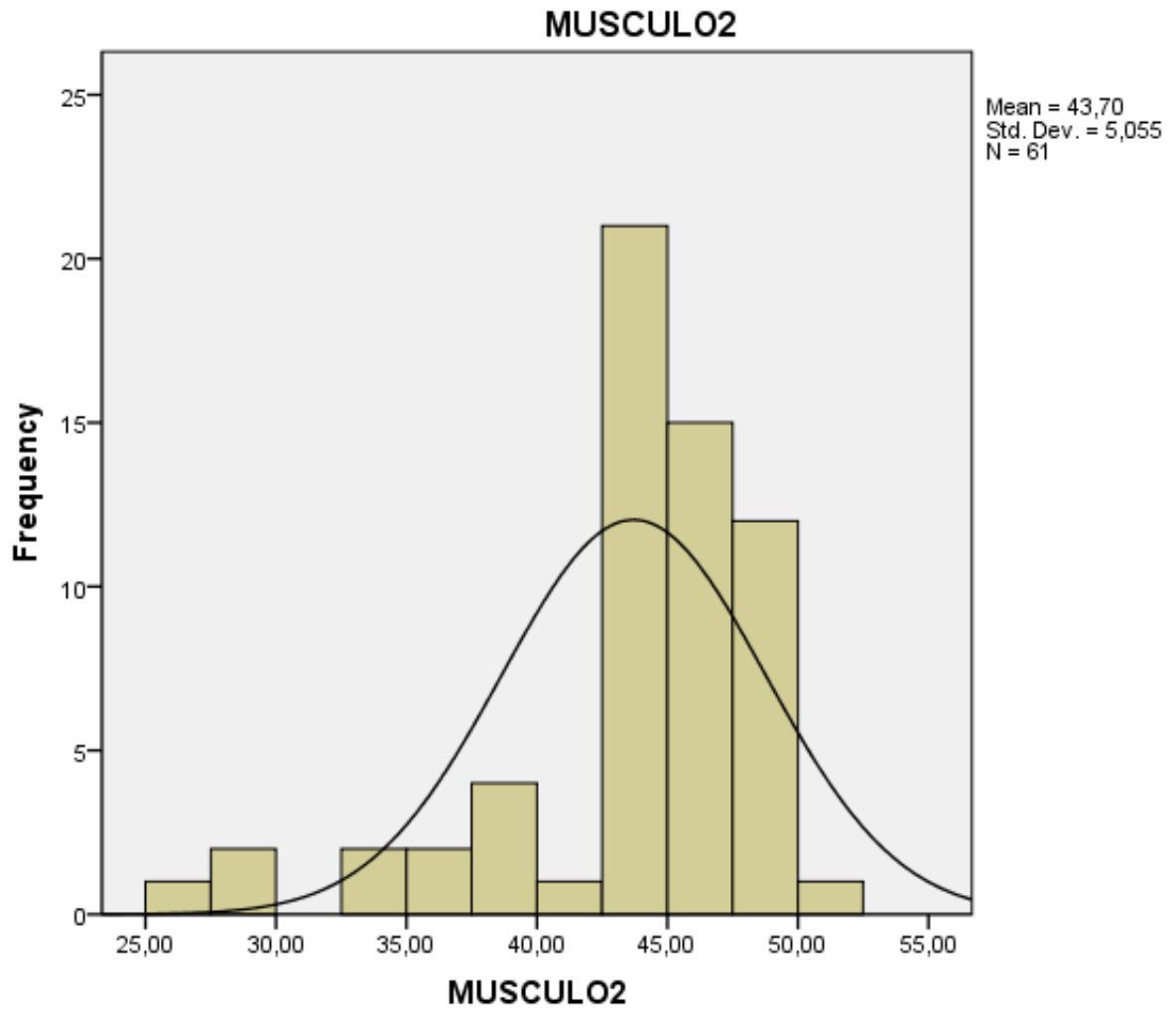
b. Datos obtenidos en las antropometrías

En la tabla anterior se observa que en promedio existe un incremento aproximado de Masa Muscular, del 2% entre la primera y la tercera medición, así como una disminución de la varianza de 37 a 23. El 50% de los datos de la primera medición se encuentran entre 41,8 y 45,7, mientras que en la tercera se observa un ligero incremento y el 50% de los datos se encuentra entre 43,9 y 47,3.

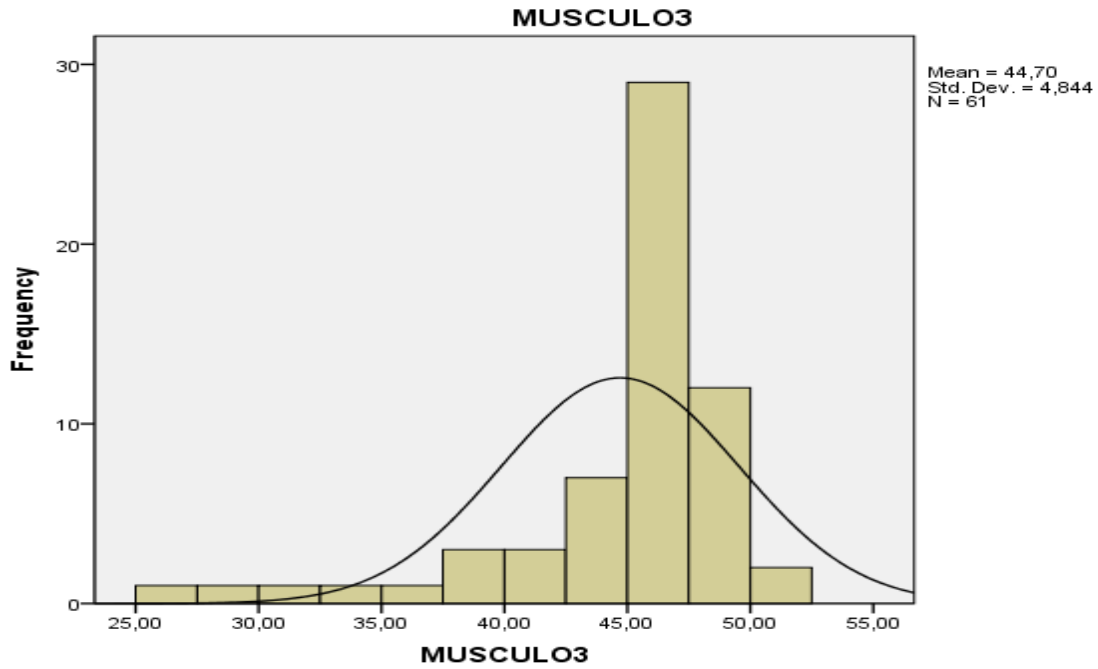
**GRAFICO 15. Porcentaje de Masa Muscular. Primera Medición en el grupo de estudio RUTA 42 de la ciudad de Quito**



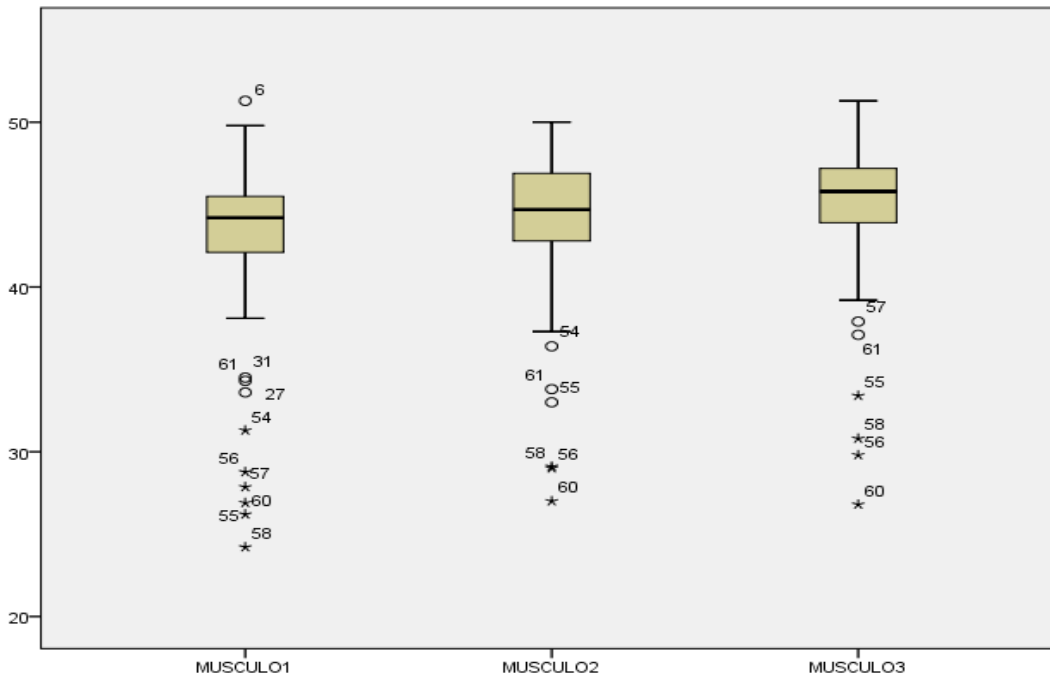
**GRAFICO 16. Porcentaje de Masa Muscular. Segunda medición en el grupo de estudio RUTA 42 de la ciudad de Quito**



**GRAFICO 17. Porcentaje de Masa Muscular. Tercera medición en el grupo de estudio RUTA 42 de la ciudad de Quito**

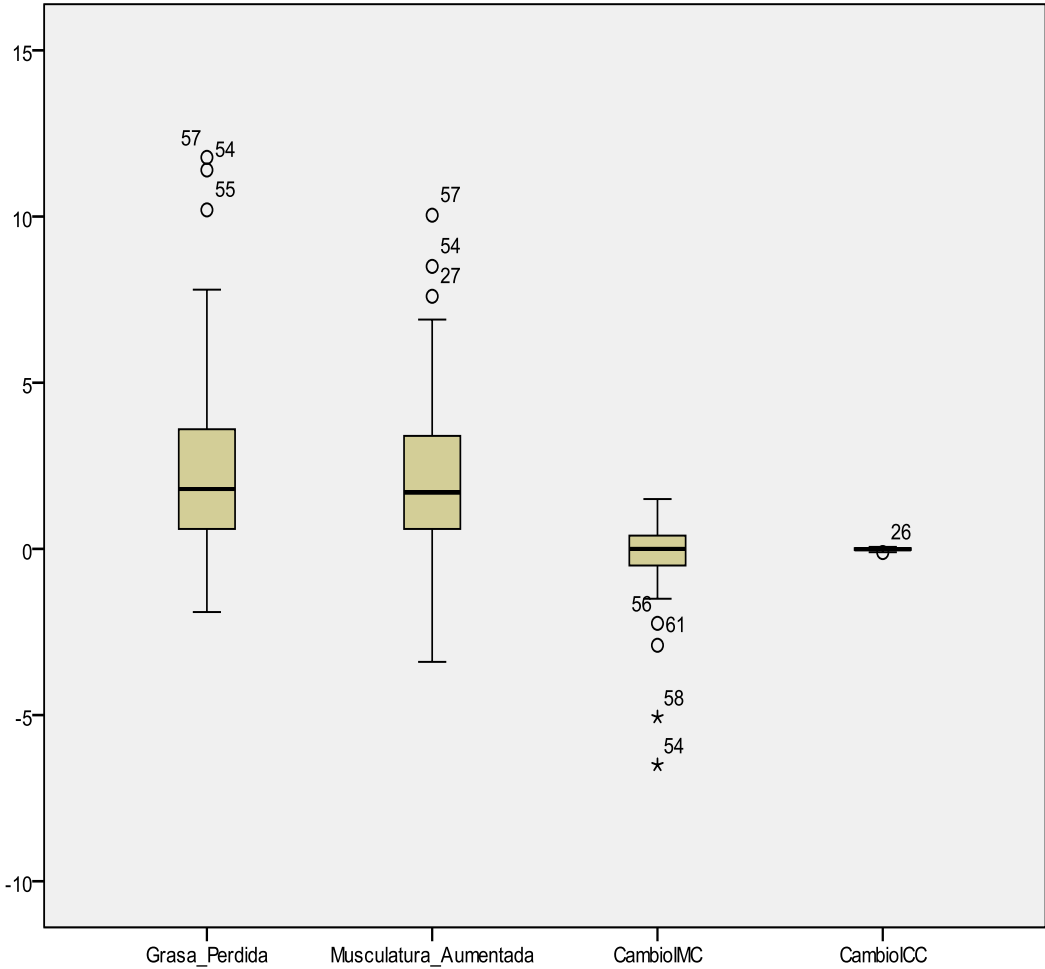


**GRAFICO 18. Comparación de Porcentaje de Masa Muscular en tres mediciones en el grupo de estudio RUTA 42 de la ciudad de Quito**



En el siguiente gráfico, se puede apreciar la distribución de los datos de Pérdida de grasa entre primera y tercera toma de datos, se observa que el 50% de éstos se encuentran entre el 1 y 4% de diferencia, una distribución similar se aprecia en el Porcentaje de Masa Muscular Incrementada. Por otra parte en lo que respecta al IMC se observa gran concentración del 50% de los datos entre 0.5% y -0.5% aproximadamente, y menos dispersión en la variación de los datos analizados se observa en la variable ICC.

**GRAFICO 19. Comparación del Porcentaje de grasa, porcentaje de masa muscular, IMC e ICC en el grupo de estudio RUTA 42 de la ciudad de Quito**



A continuación se muestra el resultado de la prueba de comparación de medias t-pareada para las variables en las que se enfoca el análisis del presente trabajo.

**TABLA 7. Correlación entre la primera y tercera toma de IMC – ICC – Porcentaje de grasa corporal y Porcentaje de masa muscular en el grupo de estudio RUTA 42 de la ciudad de Quito**

		Media	N	Desviación Estándar	Error estándar de la media
Pair 1	IMC1	24,9016	61	3,55970	,45577
	IMC3	24,6226	61	3,13854	,40185
Pair 2	ICC1	,8590	61	,07180	,00919
	ICC3	,8502	61	,07263	,00930
Pair 3	GRASA1	18,3233	61	6,65490	,85207
	GRASA3	15,7893	61	4,81644	,61668
Pair 4	MUSCULO1	42,4089	61	6,08809	,77950
	MUSCULO3	44,7033	61	4,84414	,62023
Paired Samples Statistics					
			N	Correlación	Sig.
Pair 1	IMC1 & IMC3		61	,934	,000
Pair 2	ICC1 & ICC3		61	,880	,000
Pair 3	GRASA1 & GRASA3		61	,918	,000
Pair 4	MUSCULO1 & MUSCULO3		61	,907	,000

Datos obtenidos en las antropometrías de los participantes

La diferencia de las medias del IMC en la primera toma y al final es en promedio 0,27902 +/- 0,16425, se ha calculado igualmente el intervalo de confianza para la

media poblacional con  $\alpha=0,05$  (-0,4953; 0,60757). Se concluye que las diferencias encontradas entre las tres mediciones de la variable no son estadísticamente significativas. ( $p<0,095$ ).

En el caso de la variable ICC, la diferencia es 0,00885 +/- 0,00453, con una desviación estándar de 0,03536. Al igual que para el IMC, las diferencias no son estadísticamente significativas ( $p<0,055$ ).

**TABLA 8. Diferenciación entre la primera y tercera toma de IMC – ICC – Porcentaje de grasa corporal y Porcentaje de masa muscular en el grupo de estudio RUTA 42 de la ciudad de Quito**

		Paired Diferencias							
		Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference		T	df	Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper			
Pair 1	IMC1 - IMC3	,27902	1,28284	,16425	-,04953	,60757	1,699	60	,095
Pair 2	ICC1 - ICC3	,00885	,03536	,00453	-,00020	,01791	1,955	60	,055
Pair 3	GRASA1 - GRASA3	2,53393	2,93689	,37603	1,78176	3,28611	6,739	60	,000
Pair 4	MUSCULO1 - MUSCULO3	-2,29443	2,64982	,33927	-2,97308	-1,61578	-6,763	60	,000

Datos obtenidos en las antropometrías

Para la evaluación de las muestras pareadas del porcentaje de grasa corporal medido en la primera y tercera ocasión, se observa que la media muestral es

2,53393 +/-0,37603, con una desviación estándar de 2,93689. En este caso, se considera que existe diferencia estadística significativa entre la primera y la tercera medición ( $p < 0,000$ ).

De igual forma se ha construido un intervalo con el 95% de confianza para la media poblacional de la diferencia de los Porcentajes de Masa Muscular ( -1,61578 ; -6,763), y se determina que existe diferencia estadística entre las medias de los porcentajes de masa muscular en la primera y la tercera medición ( $p < 0,000$ ).

## CAPITULO V

### DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En la serie de casos incluidos en nuestro estudio pudimos encontrar que el promedio de edad fue de 43 años, es decir una población joven lo cual coincide con la data epidemiológica del país en donde la población comprendida entre los 18 a 60 años es la que mayor actividad física realiza (55.2 % niveles medianos o altos de actividad física) (64)

Asimismo, se pudo observar que la mayor parte de los participantes pertenecen al sexo masculino (73,3%) en comparación con el femenino (26,7%), concordando con lo observado con la data epidemiológica del país donde se demostró que 64.9% de adultos de sexo masculino realizaban actividad física en niveles medianos o altos versus el 46.2% de mujeres. (64)

En cuanto al Índice de Masa Corporal (IMC) y el Índice Cintura – Cadera (ICC) una revisión de la literatura reportó resultados conflictivos, en algunos estudios no se encontró diferencias significativas en los valores pre y post-entrenamiento de los atletas (66, 67) mientras que otros reportaron una importante disminución de los valores de estas variables (65, 68). En nuestra investigación se estudiaron las tres tomas de datos, estando las medias alrededor de 24 (IMC) y de 0.85 (ICC), encontrándose dentro de parámetros normales, sin embargo no existieron cambios estadísticamente significativos. Esto nos demuestra que si bien es cierto son parámetros antropomórficos adecuados para su utilización en la población en

general, no son suficientes para un correcto seguimiento y control en deportistas, por lo que uso debe ser tomado con precaución en este grupo de pacientes y aplicando otros estudios para su correcta valoración y así evitar incluso falsos diagnósticos de sobrepeso en deportistas, como lo evidencian distintos estudios sobre este tema. (31, 33)

En cuanto al porcentaje de grasa nuestros resultados revelan que es mayor en mujeres deportistas respecto a los varones deportistas, dato similar al obtenido en la revisión bibliográfica (74, 75); se observa además que en la primera toma es mayor al de los deportistas de élite (alrededor del 14%) sin embargo esta dentro de los parámetros reportados para los deportistas aficionados (69), pero disminuye posteriormente lo cual concuerda con la literatura revisada (65, 66, 68, 69, 70), señalando que el porcentaje graso adecuado dependerá de la disciplina deportiva, obteniéndose en nuestro estudio resultados similares a los reportados anteriormente (69). Consideramos de vital importancia los resultados de esta variable y su investigación a posterior en nuestro medio ya que la literatura revisada concluye que un mejor rendimiento deportivo está ligado a una disminución de los valores de grasa corporal (70, 71, 72, 73)

También se pudo advertir que hubo un incremento de masa muscular y que este es mayor en los deportistas hombres que en las mujeres, al igual que se reporta en la literatura consultada (65, 66, 69, 70, 71, 75), llegando a valores muy similares a los pesos musculares reportados para atletas de élite (34). Al igual que el porcentaje de grasa corporal, este parámetro está directamente relacionado a

un mejor rendimiento deportivo (70, 71) por lo cual es un tema de investigación que debería considerarse para desarrollar en nuestro medio.

Como se dijo en un inicio, debemos tener siempre presente que para realizar mediciones antropométricas a deportistas, sean aficionados o de élite, los parámetros como el IMC e ICC no son suficientes, debiendo complementar los estudios con porcentaje graso y peso muscular, entre otros. (31, 33)

## **CAPITULO VI**

### **CONCLUSIONES**

En base al estudio realizado, podemos concluir que el entrenamiento precompetitivo adecuado para los atletas del grupo ruta 42 produjo efectos en la fisiología de dichos atletas, que se tradujo en cambios de medidas antropométricas al finalizar el mismo.

Los parámetros antropométricos como el Índice de Masa Muscular (IMC) y el Índice Cintura – Cadera (ICC), no tuvieron variaciones estadísticamente significativas, corroborando el hecho que si bien es cierto dichos parámetros tienen un alto impacto en la población general, no son suficientes para el seguimiento y control en atletas aficionados, profesionales o de élite.

Con el entrenamiento precompetitivo realizado a nuestro grupo de estudio, se produjo una reducción del porcentaje graso en 2,54% (media), con lo que pasaron de 18.32% a 15.78%, acercándose a los valores de deportistas de élite (14%), por lo que nos demuestra que esta variable de medición es adecuada para su utilización en deportistas, más aún si tenemos en cuenta que el porcentaje graso dependerá de la disciplina deportiva elegida.

Finalmente, se corroboró un aumento en el peso muscular al final del entrenamiento precompetitivo (aproximadamente 2%), lo que nos señala la validez de este parámetro para su uso en deportistas.

## CAPITULO VII

### RECOMENDACIONES:

En base a las conclusiones citadas previamente, podemos recomendar:

- La utilización de parámetros como el Índice de Masa Muscular (IMC) y el Índice Cintura – Cadera, si bien son adecuados para la población en general, no son suficientes para su uso rutinario en deportistas, por lo que su uso debe ser restringido en este grupo, ya que podrían dar lugar a falsas interpretaciones.
- El Porcentaje Graso y Peso Muscular son adecuados para su utilización con deportistas sometidos a diversos entrenamientos, según la disciplina deportiva elegida, y nos señalan datos concluyentes sobre el progreso o no de dichos planes de entrenamiento, razón por la cual se debería utilizar estos parámetros para el seguimiento y control en estos casos.
- Indicar a todos los estudiantes en el campo de salud, que parámetros como el IMC y el ICC son adecuados para su implementación en la población general, no así en deportistas, y de esta manera evitar falsos diagnósticos de sobrepeso e incluso obesidad en este grupo.
- Concienciar a la población en general sobre la práctica deportiva para disminuir los índices de obesidad que cada día gana más espacio en nuestra sociedad.

## CAPITULO VIII

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.- Barrios C, A. J. Curso de salud y práctica deportiva: aplicaciones clínicas del ejercicio físico. . En A. J. Barrios C, Curso de salud y práctica deportiva: aplicaciones clínicas del ejercicio físico. . Vigo y Madrid: Fundación de Estudios y Formación Sanitaria. 2000
- 2.- bligoo.ec. . Obesidad (2012). Disponible en <http://laobesidad.bligoo.ec/obesidad-en-el-ecuador#.UETLpMEgf5E>
- 3.- Juan Ramón Heredia, I. C. Fitnes y composición corporal: programas de disminución del porcentaje graso y aumento de masa muscular [efdeportes.com] febrero de 2007. Disponible en <http://www.efdeportes.com/efd105/fitness-y-composicion-corporal-programas-de-disminucion-del-porcentaje-graso.htm>4.-
- 4.- Moncayo, L. M. Obesidad en el Ecuador [fedenador.org.ec] 13 de 02 de 2012. Disponible en: [http://www.fedenador.org.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=284:obesidad-en-el-ecuador&catid=52:documentos-dtm&Itemid=98](http://www.fedenador.org.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=284:obesidad-en-el-ecuador&catid=52:documentos-dtm&Itemid=98)
5. - Rikli R, J. C. Senior fitness test manual. En J. C. Rikli R, Senior fitness test manual. California State University, Fullerton Human Kinetics. 2001
- 6.- Aragonés MT, Casajús JA, Rodríguez F. Protocolo de medidas antropométricas. En: Grupo español de cine-antropometría (CREC) dirigido por el doctor Esparza F. Manual de cine-antropometría. Monografía Femedede. Pamplona: Femedede; 1993. p. 35-66.
7. - Bar Or O. Trainability of the prepubescent child. The Physicians and Sports medicine 1989; 17(5).
- 8.- Barr SI, Mccargar JL, Crawford SA. Practical use of body composition analysis in sports. Sport Medicine 1994; 17: 277-282.

9. - Beunen G, Malina RM. Growth and biological maturation: relevance to athletic performance. In O. Bar-Or. The Child and adolescent athlete. Volume VI of the Encyclopedia of Sports Medicine. Oxford: Blackwell Science; 1996.
10. - Bompa T. From childhood to champion athlete. Veritas PB; 1995.
11. - Bompa T. Total training for young champions. Proven conditioning programs for athletes ages 6 to 18 ages. USA. Human Kinetics; 2000.
12. - Bouchard C. Heredity and health related fitness. En: Corbin CH, Pangrazi R. (Eds). Towards a better understanding of physical fitness and activity: selected topics. Scottsdale, AR: Holcomb Hathaway; 1999. p. 3-18.
13. - Boulgakova N. Sélection et preparation des jeunes nageurs. Paris: Vigot; 1990.
14. - Bouzas JC, Giannichi RS. Avaliação e prescrição de atividade física. 2ª Ed. RJ; 1998.
- 15.- Canda A, Esparza R. Cine-antropometría del deporte, dirigido por González Iturri JJ, Villegas JA. Valoración funcional del deportista. Femed; 1999. p. 95-115.
- 16.- Cande A. Comunicación directa. Centro de Medición del deporte. Consejo Superior de España. 2007
17. - Carter JEL, Heath BH. Somatotyping. Development and applications. En: Lasker GW, Mascie-Taylor. Cambridge University Press; 1990.
18. - Counsilman JE, Counsilman B. The new science of swimming. Englewood Clifs, New Jersey: Prentice Hall; 1994.
19. - Grimstong SK, Hay JG. Relations among anthropometric and stroking characteristics of college swimmers. Med Sci Sports Exerc 1986; 18: 60-68.
20. - Jackson AS, Pollock ML. Pratical assesment of body composition. The Physican and Sport Medicine 1985; 13: 76-90.

21. - Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Antropometric Standardization. Reference Manual. Human Kinetics Books; 1988.
22. - Lohman TG. Advances in body Composition. Assessment. Kinetics Books; 1992.
23. - O de f et al. Body mass Index as a predictor of crecent fat in college athletes and monothletes. Med Sci Sport Exerc 2007; 39(3): 403-409.
- 24.- Pancorbo A, Blanco J. Consideraciones sobre el entrenamiento deportivo en la niñez y en la adolescencia. Rev Archivos de Medicina del Deporte 1990; 27(VII): 309-314.
- 25.- Petrosky EL. Antropometría. Técnicas e Padronizações. Ed. Palloti; 2003.
26. - Roche AF, Heymsfield SB, Lohman TG. Human Body Composition. Human Kinetics Books; 1996.
- 27.- Rodríguez C et al. Composición corporal, somatotipo y proporcionalidad. Métodos y procedimientos. Una guía para la especialidad de la Residencia de Medicina del Deporte. Instituto de Medicina del Deporte de Cuba; 1984.
- 28.- Ross WD, et al. Kinanthropometry: traditions and new perspectives. Edit. Kinanthropometry II. En: Osting M, Beunen G, Simons J (Eds). International series on Sports Sciences. Vol 9. Ed. University Park Press; 1980.
29. - Ross WD, Marfell-Jones. En: MacDougal JD, Wenger HA, Green HE (Eds). Physiological Testing of the Pherfomance Athlete. 2nd ed. Champaing III: Human Kinetics; 1991. p. 223-308.
- 30.- Siret JR, Pancorbo A. Edad morfológica. Evaluación antropométrica de la edad biológica. Revista cubana de Medicina Deportiva y Cultura Física. No. 2 1991. p. 8-20.
- 31.- Diana A. Santos, John A. Dawson, Catarina N. Matias, Paulo M. Rocha, Claudia S. Minderico, David B. Allison, Luis B. Sardinha, Analiza M. Silva,

Reference Values for Body Composition and Anthropometric Measurements in Athletes, [plosone.org]. December 2013. Disponible en <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0097846>

32.-. José A. Vidarte-Claros<sup>1</sup>, Consuelo Vélez-Álvarez<sup>2</sup> y José H. Parra-Sánchez<sup>3</sup> Niveles de sedentarismo en población de 18 a 60 años. Manizales, Colombia [Rev. salud pública vol.14 no.3 Bogotá] mayo/jun. 2012 Disponible en [http://www.sci.unal.edu.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0124-00642012000300005&lng=pt&nrm=iso](http://www.sci.unal.edu.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-00642012000300005&lng=pt&nrm=iso)

33.-Fernando A; José María Muyor; José Ramón Alvero-Cruz; Manuel Isorna & Pedro Ángel López-Miñarro Anthropometric Indexes in Young Elite Male Sprint Canoeists [Int. J. Morphol. vol.30 no.2 Temuco] jun. 2012 .Disponible en [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-95022012000200037](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022012000200037)

34.-Garrido Raúl.; González Marta Índice de masa corporal y composición corporal. Un estudio antropométrico de 2500 deportistas de alto nivel [efdeportes.com] Años 10 – N76. Septiembre 2004. Disponible en <http://www.efdeportes.com/efd76/antrop.htm>

35. - Perusse, Louis 1999 “The Human Obesity Gene Map: the 1998 Update” en Obesity Research (New York) No. 29

36.- Willet, Walter 1998 “Is Dietary Fat a Major Determinant of Body Fat?” en The American Journal Clinical Nutrition (Bethesda) No.67.

37.- Fung, Teresa 2001 “Association Between Dietary Patterns and Plasma Biomarkers of Obesity and Cardiovascular Disease Risk” en The American Journal of Clinical Nutrition (Bethesda, MD) No.73.

38.- Organización Panamericana de la Salud (OPS) 2003 Régimen alimentario, nutrición y actividad física (Washington DC: OPS).

39. Aguirre, Patricia 2000 "Aspectos socio-antropológicos de la obesidad en la pobreza" en Peña, Manuel Obesidad en la pobreza (Washington: OPS, Publicación científica No.576).
- 40.- Naranjo, Plutarco 1986 Desnutrición: problemas y soluciones (Quito: MSP).
41. Yépez, Rodrigo, Pablo López e Imelda Villota 2004 "Los alimentos autóctonos en el Ecuador, base de la seguridad alimentaria". Foro "La Biodiversidad al servicio de la Seguridad Alimentaria". (Quito) FAO, 2004.
- 42.- Yépez, Rodrigo 2003 "Seguridad alimentaria y consumo de alimentos" en Varios Autores 2003 Hacia la institucionalización de la seguridad alimentaria en el Ecuador (Quito: FAO/ PESAE).
43. Harnack, Lisa 1999 "Soft Drink Consumption Among US Children and Adolescents: Nutritional Consequences" en The American Dietetic Association (Orlando) 1999.
- 44.- Salud y Sociedad. Bibliografía 2000 (Quito: Instituto Juan Cesar / Fundación Internacional de Ciencia Sociales y Salud).
- 45.- Pacheco, Víctor y Miguel Pasquel 2000 "Obesidad en Ecuador: una aproximación a los estudios de prevalencia" en Revista de la Facultad de Ciencias Médicas (Quito) No.26.
- 46.- Grijalva, Yolanda 1996 "Nutrición y adolescencia" en López-Jaramillo, Patricio Impacto de los problemas nutricionales en la salud pública. Memorias de un curso (Santo Domingo de los Colorados: Ed. Voluntad).
- 47.- Aguilar, Diana, Edelina Alarcón, Argentina Guerrón, Pablo López, Soledad Mejía y Linda Riofrío 2001 El sobrepeso y la obesidad en escolares ecuatorianos

de 8 años del área urbana. Tesis de Grado. Maestría de Alimentación y Nutrición Universidad Central del Ecuador. (Director: Rodrigo Yépez).

48.- Baldeón, Manuel, Fernando Carrasco, Ricardo Checa, Joanna Granda, Gabriela Loza, Catherine Paredes y Julieta Robles 2006 “El sobrepeso y la obesidad en adolescentes ecuatorianos”. (Quito) SENACYT / FUNDACYT (Director: Rodrigo Yépez).

49.- Caicedo, Rocío, Marina Moreno, Edwin Naranjo y Mercedes Narváez 1995 Estado nutricional y metabólico en escolares de Quito. Tesis de grado, Maestría de Alimentación y Nutrición, Universidad Central del Ecuador. (Director: Rodrigo Yépez).

50. - World Health Organization (WHO) 2003 Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases (Geneve: WHO, Technical Report Series No 916).

51.- Yépez, Rodrigo 1995 Dieta y salud: las enfermedades crónicas relacionadas con la dieta en el Ecuador (Quito: Ed. Facultad de Ciencias Médicas).

52.- Pace N, Consolazio WV, Lozner FL. The effect of transfusions of red blood cells on the hypoxia tolerance of normal men. Science. 1945; 102:589–591.

53. - Moore, F.D.; Oleson, K.H.; McMurray, J.D.; Parker, H.V. y Ball, M.R. (1963). The body cell mass and its supporting environment. Philadelphia: Saunders Publishing.

54. - Ross, W. y Wilson, N.C. (1974). A stratagem for proportional growth assessment. Acta Pediátrica Belga. Supl 28, 169-182.

- 55.- Drinkwater, D.T. y Ross, W. (1980). Antropometric fractionation of body mass. En: M. Ostin, G. Bremen y J. Simons. Kinanthropometry II. Baltimore. University Park. Esparza, F. (1993). Manual de Cine-anthropometría. Navarra: FEMEDE.
56. - Ross, W.D. Crawford, S.M, Kerr, D.A.; Ward, R; Bailey, D.A.; Mirwald, R.L. The relationship for the BMI with skinfolds, girths and bone breadths in Canadian men and women age 20 to 70 years. Am. J. Phys. Antrop. 77: 2, 253-260. 1988.
57. - Forbes, G.B. y Bruining, G.J. (1976).Urinary creatinine excretion and lean body mass. Am J Clin Nutr.29, 1359-66.
- 58.- Jordán J y cols. Desarrollo Humano en Cuba. La Habana. Editorial Científico técnico. La Habana, 1979.
- 59.- Pospišil, Milan. 1965 Manual de prácticas de antropología física, Editorial Científica, La Habana.
60. - Tittel K., Wutscherk H. (1972). Sportanthropometrie, Leipzig, Barth.
61. - William Sheldon. The Varieties of Human Physique: An Introduction to Constitutional Psychology. New York: Harper, 1940.
- 62.- Canda Moreno A, Esparza Ros F. Cine-anthropometría. En: Valoración del deportista. Aspectos biomédicos y funcionales. Pamplona: FEMEDE; 1999.
- 63.- Ross WD, Marfel-Jones MJ, Michael J. Cine-anthropometría. En: Evaluación fisiológica del deportista. Barcelona: Paidotribo; 2000
- 64.- Freire W.B., Ramírez M.J., Belmont P., Mendieta M.J., Silva M.K., Romero N., Sáenz K., Piñeiros P., Gómez L.F., Monge R. 2013. RESUMEN EJECUTIVO. TOMO I. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición del Ecuador. ENSANUT-ECU

2011-2013 Ministerio de Salud Pública/Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Quito, Ecuador.

65. - Il-Gyu Ko, Pil-Byung Choi. Regular exercise modulates obesity factors and body composition in sturdy men. *Journal of Exercise Rehabilitation* 2013; 9(2):256-262

66.- Miranda S., Urra D. Efectos de un programa de entrenamiento aeróbico, sobre el índice de masa corporal (imc), índice cintura cadera (icc), porcentaje de grasa corporal total y porcentaje de masa muscular total, en adolescentes de 8° básico del liceo abate molina de la ciudad de Talca. Tesis de postgrado. Universidad de Talca. 2011

67.- Foulds H., Bredin S., Charlesworth S., Ivey A., Warburton D. Exercise volume and intensity: a dose–response relationship with health benefits. *Eur J Appl Physiol* DOI 10.1007/s00421-014-2887-9

68. Vancea D., Vancea J., Fernandes Pires M., Reis M., Moura R., Dib S. El Efecto de la Frecuencia del Ejercicio Físico en el Control Glucémico y Composición Corporal de Diabéticos Tipo 2. *Arq Bras Cardiol* 2009; 92(2):23-29

69.- Restrepo M., Monroy de Peña A., Pérez J., Velásquez M. Efecto de la actividad física controlada sobre la composición corporal de mujeres sedentarias posmenopáusicas. *Rev Panam Salud Publica/Pan Am J Public Health* 14(4), 2003

70.- Gianoli D., Knechtle B., Knechtle P., Barandun U. Comparison between recreational male ironman triathletes and marathon runners. *Perceptual & Motor Skills: Exercise & Sports* 2012, 115, 1, 283 – 299

71.- Spaniol FJ. Physiological predictors of bat speed and throwing velocity in adolescent baseball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(4): 1 - 18. (2002).

72.- Rocha A. Control de peso, composición corporal y rendimiento en la carrera. Instituto Gatorade de Ciencias del Deporte (GSSI) <http://www.gssiweb.org/>

73.- Castillo M. Perfil antropométrico del jugador profesional de fútbol en Pereira, Facultad de Ciencias de la Salud Ciencias del Deporte y la Recreación Universidad Tecnológica de Pereira.  
<http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesis/textoyanexos/79601922C352.pdf>

74.- Pradas de la Fuente, F; Carrasco Páez, L.; Martínez Pardo, E.; Herrero Pagán, R. (2007). Perfil antropométrico, somatotipo y composición corporal de jóvenes jugadores de tenis de mesa. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*. 7(3), 11-23  
<http://www.cafyd.com/REVISTA/00702.pdf>

75.- Molina-García J., Castillo I., Abella C., Blasco A. La práctica de deporte y la adiposidad corporal en una muestra de universitarios. *Actividad Física y Salud*. 3er trimestre 2007 (23-30)

## **CAPITULO IX**

### **ANEXOS**

## CONSENTIMIENTO INFORMADO

**Título:**

“Efecto de un programa de entrenamiento precompetitivo para una carrera de 21 kilómetros (media maratón) sobre el índice de masa corporal (IMC), índice cintura-cadera (ICC), porcentaje de grasa corporal total y porcentaje de masa muscular total en deportistas adultos del grupo de atletas aficionados ruta 42.”

**Investigadores:**

Dr. Christian Loaiza

Médico Postgrado de Medicina del Deporte PUCE.

Dr. Dúbal Fernández

Médico Postgrado de Medicina del Deporte PUCE.

Se me ha invitado a participar voluntariamente en un estudio para determinar los efectos del entrenamiento previo a una competencia de 21 kilómetros en la que voy a participar en la ciudad de Quito, sobre mi composición corporal.

Los Drs. Fernández y Loaiza han solicitado mi participación voluntaria en una entrevista donde será necesario que yo responda algunos de mis datos personales. Me han explicado además que harán la medición de mi peso, talla, pliegues cutáneos, circunferencia de cintura, cadera, brazo y pierna, así como la medición ósea de codo, muñeca y rodilla.

Los Drs. Fernández y Loaiza se comprometen a entregarme estos datos a la brevedad posible y a proporcionarme mas información si yo llegara a tener dudas al respecto.

La entrevista se realizará en el consultorio del Dr. Loaiza al igual que las mediciones y se me ha dicho que tengo la libertad de retirarme en cualquier momento del estudio si no estoy de acuerdo con él.

Los Drs. Fernández y Loaiza me han explicado que todos los datos que yo proporcione serán confidenciales.

Conociendo todo esto, estoy de acuerdo en participar y doy mi consentimiento para ello.

---

Entrevistado (Nombre, firma y fecha)

---

Entrevistador (Nombre, firma y fecha)

**Efecto de un programa de entrenamiento precompetitivo para una carrera  
21 kilómetros (media maratón) sobre el índice de masa corporal (IMC),  
índice cintura-cadera (ICC), porcentaje de grasa corporal total y porcentaje  
de masa muscular total en deportistas adultos del grupo de atletas  
aficionados Ruta 42.**

Nombre: ..... Numero: .....

Fecha: .....

Edad: .....años

Sexo: .....(M o F)

Peso: .....kg

Talla: .....m

Cintura: .....cm

Cadera: .....cm

Tríceps: .....

Subescapular: .....

Supra ilíaco: .....

Abdominal: .....

Pantorrilla: .....

Muñeca: .....

Codo: .....

Rodilla: .....

Bíceps: .....

Pierna: .....

Peso: ..... kg

Talla: ..... m

Cintura: ..... cm

Cadera: ..... cm

Tríceps: .....

Subescapular: .....

Supra ilíaco: .....

Abdominal: .....

Pantorrilla: .....

Muñeca: .....

Codo: .....

Rodilla: .....

Bíceps: .....

Pierna: .....

Peso: ..... kg

Talla: ..... m

Cintura: ..... cm

Cadera: ..... cm

Tríceps: .....

Subescapular: .....

Supra ilíaco: .....

Abdominal: .....

Pantorrilla: .....

Muñeca: .....

Codo: .....

Rodilla: .....

Bíceps: .....

Pierna: .....